

(11)Publication number : 2003-308057

(43)Date of publication of application : 31.10.2003

(51)Int.Cl.

G09G 3/36
G02F 1/133
G09G 3/20
H04N 9/30

(21)Application number : 2003-072746

(71)Applicant : SHARP CORP

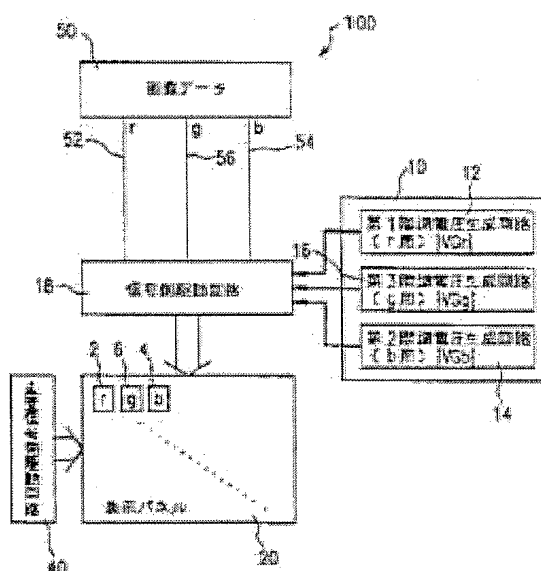
(22)Date of filing : 29.07.1999

(72)Inventor : OKANO YUKIO

(54) COLOR DISPLAY DEVICE**(57)Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a color display device having a superior color reproducing capability.

SOLUTION: The color display device is provided with a display panel which has a plurality of first and second color picture elements arranged in a matrix manner having a plurality of rows and columns, a signal side driving circuit which receives color image data and outputs display signal voltages corresponding to the gradation levels of color image data to the display panel and a scanning signal side driving circuit that outputs scanning signal voltages being used to successively select color picture elements, to which the display signal voltages are applied from the plurality of color picture elements, to the display panel. The signal side driving circuit outputs first display signal voltages represented by a first function of the gradation levels in accordance with the gradation levels of first color image data of the color image data and outputs second display signal voltages represented by a second function of the gradation levels in accordance with the gradation levels of second color image data of the color image data.

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] A display panel which has two or more color picture elements arranged by matrix form which has two or more lines and sequences, The signal side drive circuit which receives color image data and outputs status signal voltage corresponding to a gradation level of this color image data to said display panel, The scanning signal side drive circuit which outputs scanning signal voltage which chooses a color picture element to which said status signal voltage is impressed among said two or more color picture elements one by one to this display panel, A gradation voltage generating circuit which generates gradation voltage expressed with a function of a gradation level, Have a look-up table which changes a gradation level of inputted color image data, and outputs an amendment gradation level, and said signal side drive circuit, A electrochromatic display which outputs status signal voltage by choosing said gradation voltage generated in said gradation voltage generating circuit according to an amendment gradation level from which a gradation level of said color image data was changed.

[Claim 2] A display panel which has two or more 1st, 2nd, and 3rd color picture elements arranged by matrix form which has two or more lines and sequences, The signal side drive circuit which receives color image data and outputs status signal voltage corresponding to a gradation level of this color image data to said display panel, The scanning signal side drive circuit which outputs scanning signal voltage which chooses a color picture element to which said status signal voltage is impressed among said two or more color picture elements one by one to said display panel, A gradation voltage generating circuit which generates gradation voltage expressed with a function of a gradation level, The 1st look-up table that changes a gradation level of the 1st inputted color image data, and outputs the 1st amendment gradation level, The 2nd look-up table that changes a gradation level of the 2nd inputted color image data, and outputs the 2nd amendment gradation level, The 3rd look-up table that changes a gradation level of the 3rd inputted color image data, and outputs the 3rd amendment gradation level, and said signal side drive circuit, The 1st status signal voltage is outputted by choosing said gradation voltage generated in said gradation voltage generating circuit according to the 1st amendment gradation level from which a gradation level of said 1st color image data of said color image data was changed, According to the 2nd amendment gradation level from which a gradation level of said 2nd color image data of said color image data was changed, The 2nd status signal voltage is outputted by choosing said gradation voltage generated in said gradation voltage generating circuit, A electrochromatic display which outputs the 3rd status signal voltage by choosing said gradation voltage generated in said gradation voltage generating circuit according to the 3rd amendment gradation level from which a gradation level of said 3rd color image data of said color image data was changed.

[Claim 3] The electrochromatic display according to claim 2 in which said 2nd color picture element is a blue picture element.

[Claim 4] The electrochromatic display according to claim 2 or 3 which outputs said 2nd amendment gradation level on a level on which said 2nd look-up table differs from said 1st or 3rd amendment gradation level.

[Claim 5] The electrochromatic display according to claim 2 or 3 whose absolute value of said 2nd status signal voltage of an intermediate floor tone level said electrochromatic display is a liquid crystal display of a normally white mode, and is larger than an absolute value of said 1st and 3rd status signal voltage of an intermediate color level corresponding, respectively.

[Claim 6] The electrochromatic display according to any one of claims 2 to 5 in which the maximum of said 2nd amendment gradation level is smaller than the maximum of said 1st and 3rd amendment gradation level.

[Claim 7] The electrochromatic display according to any one of claims 2 to 5 with the larger minimum of said 2nd amendment gradation level than the maximum of said 1st and 3rd amendment gradation level.

[Claim 8] The electrochromatic display according to any one of claims 2 to 7 with which said 1st, 2nd, and 3rd look-up tables are chosen from two or more look-up tables according to setting out of a white color temperature, respectively.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.***** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the display device in which a colored presentation is possible, especially a liquid crystal display.

[0002]

[Description of the Prior Art]One of the display properties for which a electrochromatic display is asked has color reproduction nature. That is, the electrochromatic display with the wide range of the color which can be displayed (color reproduction range) is called for. As a conventional electrochromatic display, CRT and a liquid crystal display are used widely, for example.

[0003]

[Problem to be solved by the invention]Although the conventional color liquid crystal display has a wide foreground-color range as compared with CRT, it has the problem that the foreground-color range changes with gradation (for example, refer to the Nikkei micro device magazine, the July, 1996 item, and the 101-108th page).

[0004]Hereafter, the phenomenon in which the range of a foreground color changes the transmission type color liquid crystal device in normally white (NW) mode with gradation to an example is explained. A transmission type color liquid crystal display controls the voltage (status signal voltage) which impresses the quantity of the light which penetrates each of R (red), G (green), and B (blue) picture element to the liquid crystal layer of each picture element, and performs color specification by additive color mixing. The liquid crystal display in NW mode shows minimum luminance (dark or black), when the absolute value of the voltage impressed to a liquid crystal layer is 0, the maximum luminosity (** or white) is shown and saturation voltage is impressed.

[0005]Drawing 1 A shows the result of having searched for experimentally the foreground-color range by input gradation change in the transmission type color liquid crystal device in typical NW mode, on xy chromaticity diagram. The range surrounded with each triangle shown in drawing 1 A shows the foreground-color range when the digital gradation level value of R (red), G (green), and B (blue) is set to 255, 216, 168, 120, 88, 56, 40, and 24, respectively, when a picture signal is 8 bits (256 gradation). As shown in drawing 1 A, it turns out that the foreground-color range is moving the triangle which shows the foreground-color range in the blue direction while the foreground-color range becomes narrow as a gradation level value becomes small (luminosity is low).

[0006]In order to evaluate the grade of movement of the foreground-color range quantitatively, a "white" foreground color is observed. In additive color mixing, "white" is obtained by mixing R, G, and B. Let the color displayed when one gradation level value in each of the picture element of R, G, and B is given be "white." That is, "white" is defined to each gradation level and it is considered as the color representing the foreground-color range in each gradation level. Hereafter, the "white" in Description of this application calls white (so-called white in NW mode) "white level" which shall be based on the above-mentioned definition, relates with gradation

(luminosity), is used, and is used corresponding to highest gradation. The gray corresponding to a "black level" and an intermediate floor tone for the black corresponding to the minimum gradation is called a "gray level", respectively, and it distinguishes from a foreground color.

[0007]The point x in drawing 1 A is a point of expressing the white foreground color of a highest gradation level. It turns out that the curve W prolonged from the point x connected the point which shows the white foreground color in each gradation level, and the white foreground color has shifted for Aokata as a gradation level value becomes low. The situation of change of the white foreground color by this gradation is examined a little in more detail, referring to drawing 1 B.

[0008]Drawing 1 B is a figure showing the point which shows a white foreground color when changing a gradation level from a highest gradation level ($R=255$, $G=255$, $B=255$) to the minimum gradation level ($R=0$, $G=0$, $B=0$) on xy chromaticity diagram. The theoretical value which shows the color temperatures from 5000K to 11000K as reference is doubled and shown. drawing 1 B shows -- as -- the color temperature of the white foreground color in a highest gradation level (white level) ($R=255$, $G=255$, $B=255$) -- about -- the color temperature of the white foreground color in 7100K and an intermediate floor tone level (gray level) ($R=128$, $G=128$, $B=128$) -- about -- it is 11000K. Blue light transmission is accepted in the minimum gradation level (black level) ($R=0$, $G=0$, $B=0$). This is considered to be because for a blue light to penetrate from the polarizing plate arranged at the cross Nicol state which pinches the liquid crystal panel of a transmission type liquid crystal display.

[0009]this invention is made in order to solve an aforementioned problem, and it comes out. The purpose is to provide the electrochromatic display excellent in the sex.

[0010]

[Means for solving problem]The display panel which has two or more 1st and 2nd color picture elements by which the electrochromatic display of this invention was arranged by the matrix form which has two or more lines and sequences, The signal side drive circuit which receives color image data and outputs the status signal voltage corresponding to the gradation level of this color image data to this display panel, Have the scanning signal side drive circuit which outputs the scanning signal voltage which chooses the color picture element to which this status signal voltage is impressed among the color picture elements of this plurality one by one to this display panel, and this signal side drive circuit, According to the gradation level of the 1st color image data of this color image data, The 1st status signal voltage expressed with the 1st function of a gradation level is outputted, the 2nd status signal voltage expressed with the 2nd function of a gradation level is outputted according to the gradation level of the 2nd color image data of said color image data, and the above-mentioned purpose is attained by this.

[0011]Have said display panel further and two or more 3rd color picture elements arranged by the matrix form which has two or more lines and sequences said signal side drive circuit, According to the gradation level of the 3rd color image data of said color image data, The 3rd status signal voltage expressed with the 3rd function of a gradation level is outputted further, Said 2nd color picture element is a blue picture element, and said 1st and 3rd color picture elements are iron-red-overglaze matter and a green picture element, respectively, and said 1st, 2nd, and 3rd functions, based on the voltage-luminance property of two or more of said 1st, 2nd, and 3rd color picture elements of said display panel, it may be beforehand determined so that the color temperature of the white display in at least two gradation may serve as about 1 law.

[0012]Said electrochromatic display may be a liquid crystal display of a normally white mode, and the absolute value of said 2nd status signal voltage of an intermediate floor tone level may be larger than the absolute value of said 1st and 3rd status signal voltage of an intermediate color level corresponding, respectively.

[0013]The 1st gradation voltage generating circuit which generates the 1st gradation voltage expressed with said 1st function of a gradation level, The 2nd gradation voltage generating circuit which generates the 2nd gradation voltage expressed with said 2nd function of a gradation level, Have the 3rd gradation voltage generating circuit which generates the 3rd gradation voltage expressed with said 3rd function of a gradation level, and said signal side drive circuit, According

to the gradation level of said 1st color image data of said color image data, Said 1st status signal voltage is outputted by choosing this 1st gradation voltage generated in this 1st gradation voltage generating circuit, According to the gradation level of said 2nd color image data of said color image data, Said 2nd status signal voltage is outputted by choosing this 2nd gradation voltage generated in this 2nd gradation voltage generating circuit, Said 3rd status signal may be outputted by choosing this 3rd gradation voltage generated in this 3rd gradation voltage generating circuit according to the gradation level of said 3rd color image data of said color image data.

[0014]The minimum of said 2nd gradation voltage may be smaller than the minimum of said 1st and 3rd gradation voltage.

[0015]The minimum of said 2nd gradation voltage may be larger than the minimum of said 1st and 3rd gradation voltage.

[0016]Said 1 and the 2nd and 3rd gradation voltage generating circuit may be chosen from two or more gradation voltage generating circuits according to setting out of a white color temperature, respectively.

[0017]The 1st gradation voltage generating circuit which generates the 1st gradation voltage expressed with said 1st function of a gradation level, The 1st look-up table that changes the gradation level of the 1st inputted color image data, and outputs the 1st amendment gradation level, The 2nd look-up table that changes the gradation level of the 2nd inputted color image data, and outputs the 2nd amendment gradation level, Have the 3rd look-up table that changes the gradation level of the 3rd inputted color image data, and outputs the 3rd amendment gradation level, and said signal side drive circuit, According to the 1st amendment gradation level from which the gradation level of said 1st color image data of said color image data was changed, Said 1st status signal voltage is outputted by choosing this 1st gradation voltage generated in this 1st gradation voltage generating circuit, Said 2nd status signal voltage is outputted by choosing this 1st gradation voltage generated in this 1st gradation voltage generating circuit according to the 2nd amendment gradation level from which the gradation level of said 2nd color image data of said color image data was changed, Said 3rd status signal voltage may be outputted by choosing this 1st gradation voltage generated in this 1st gradation voltage generating circuit according to the 3rd amendment gradation level from which the gradation level of said 3rd color image data of said color image data was changed.

[0018]The maximum of said 2nd amendment gradation level may be smaller than the maximum of said 1st and 3rd amendment gradation level.

[0019]The minimum of said 2nd amendment gradation level may be larger than the maximum of said 1st and 3rd amendment gradation level.

[0020]Said 1st, 2nd, and 3rd look-up tables may be chosen from two or more look-up tables according to setting out of a white color temperature, respectively.

[0021]Hereafter, an operation is explained.

[0022]In the electrochromatic display of this invention, the signal side drive circuit, According to the gradation level of the 1st color image data of color image data, the 1st status signal voltage expressed with the 1st function of a gradation level is outputted, Since the 2nd status signal voltage expressed with the 2nd function of a gradation level is outputted according to the gradation level of the 2nd color image data of color image data, the optimal gamma characteristic can be obtained mutually-independent to each of the 1st color picture element and the 2nd color picture element. Therefore, the phenomenon in which the color temperature of a foreground color changes with gradation can be prevented, and the electrochromatic display whose color reproduction characteristic improved can be obtained.

[0023]A display panel has the 3rd color picture element further, and the signal side drive circuit according to the gradation level of the 3rd color image data of color image data, The 3rd status signal voltage expressed with the 3rd function of a gradation level is outputted further, The 2nd color picture element is a blue picture element, and the 1st and 3rd color picture elements are iron-red-overglaze matter and a green picture element, respectively, and the 1st, 2nd, and 3rd functions, if it is beforehand determined based on the voltage-luminance property of two or more 1st, 2nd, and 3rd color picture elements of a display panel so that the color temperature of the

white display in at least two gradation may serve as about 1 law, the electrochromatic display which was excellent in the color reproduction characteristic and in which a full color display is possible can be obtained.

[0024] If a electrochromatic display is a liquid crystal display of a normally white mode and its absolute value of the 2nd status signal voltage of an intermediate floor tone level is larger than the absolute value of the 1st and 3rd status signal voltage of an intermediate color level corresponding, respectively, The blue shift of the color temperature of a white display can be reduced, and the liquid crystal display panel whose fidelity of color specification improved can be obtained.

[0025] The 1st gradation voltage generating circuit which generates the 1st gradation voltage expressed with said 1st function of a gradation level, The 2nd gradation voltage generating circuit which generates the 2nd gradation voltage expressed with said 2nd function of a gradation level, It has the 3rd gradation voltage generating circuit which generates the 3rd gradation voltage expressed with said 3rd function of a gradation level, The signal side drive circuit outputs the 1st status signal voltage by choosing the 1st gradation voltage according to the gradation level of the 1st color image data, According to the gradation level of the 2nd color image data, the 2nd status signal voltage is outputted by choosing the 2nd gradation voltage, If the 3rd status signal is outputted by choosing the 3rd gradation voltage according to the gradation level of the 3rd color image data, the phenomenon in which the color temperature of a foreground color changes with gradation can be prevented more certainly, and the electrochromatic display whose color reproduction characteristic improved can be obtained.

[0026] If the minimum of the 2nd gradation voltage is smaller than the minimum of the 1st and 3rd gradation voltage, it can make the color temperature of a white display high.

[0027] If the minimum of the 2nd gradation voltage is larger than the minimum of the 1st and 3rd gradation voltage, it can make a color temperature of a white display low.

[0028] If the 1st, 2nd, and 3rd gradation voltage generating circuit is chosen from two or more gradation voltage generating circuits according to setting out of a white color temperature, respectively, color temperature setting out and the gamma characteristic of a liquid crystal panel can be changed, and a change of the color display properties of a liquid crystal device can be freely performed according to liking of a scene and a user.

[0029] The 1st gradation voltage generating circuit which generates the 1st gradation voltage expressed with the 1st function of a gradation level, The 1st look-up table that changes a gradation level of the 1st inputted color image data, and outputs the 1st amendment gradation level, The 2nd look-up table that changes a gradation level of the 2nd inputted color image data, and outputs the 2nd amendment gradation level, It has the 3rd look-up table that changes a gradation level of the 3rd inputted color image data, and outputs the 3rd amendment gradation level, The signal side drive circuit according to the 1st amendment gradation level from which a gradation level of the 1st color image data was changed, By choosing the 1st gradation voltage, output the 1st status signal voltage and the 2nd status signal voltage is outputted by choosing the 1st gradation voltage according to the 2nd amendment gradation level from which a gradation level of the 2nd color image data was changed, If the 3rd status signal voltage is outputted by choosing the 1st gradation voltage according to the 3rd amendment gradation level from which a gradation level of the 3rd color image data was changed, A phenomenon in which a color temperature of a foreground color changes with gradation can be prevented more certainly, and a electrochromatic display whose color reproduction characteristic improved can be obtained.

[0030] If the maximum of the 2nd amendment gradation level is smaller than the maximum of the 1st and 3rd amendment gradation level, it can make the color temperature of a white display low.

[0031] If the minimum of the 2nd amendment gradation level is larger than the maximum of the 1st and 3rd amendment gradation level, it can make the color temperature of a white display high.

[0032] If the 1st, 2nd, and 3rd look-up tables are chosen from two or more look-up tables according to setting out of a white color temperature, respectively, Color temperature setting out and the gamma characteristic of a liquid crystal panel can be changed, and the change of the

color display properties of a liquid crystal device can be freely performed according to liking of a scene and a user.

[0033]

[Mode for carrying out the invention] In order to solve the problem from which the color temperature of the foreground-color range and/or a white display changes with gradation, the invention-in-this-application person examined the voltage-luminosity curve (V-T curve) and the gamma characteristic of the color liquid crystal display in detail, and, as a result, resulted in the invention in this application. Below, the cause that the conventional color liquid crystal display which the invention-in-this-application person found out is inferior to color reproduction nature is explained. A V-T curve is a curve which shows the gradation display properties of a display panel (picture element), and shows the relation of the voltage V (status signal voltage) and the luminosity Y (transmissivity T) which are impressed to a picture element. A V-T curve can be expressed as $Y=H(V)$ using the function H, for example. A gamma curve is a curve which shows the gradation display properties of a liquid crystal display, and shows the gradation X of the indicative data inputted into a liquid crystal display, and a relation with the luminosity Y. A gamma curve can be expressed as $Y=F(X)$ using the function F, for example.

[0034] Below, although the transmission type color liquid crystal display in NW mode is explained to an example, the problem to which color reproduction nature falls with gradation arises by a cause with the same said of the electrochromatic display using the material which has the electrooptics characteristics other than the liquid crystal display and liquid crystal material in other modes.

[0035] The typical V-T characteristic of the transmission type liquid crystal display in the conventional NW mode is shown in drawing 2. As shown in drawing 2, the V-T characteristic ($Y=H(V)$) of the transmission type liquid crystal display in the conventional NW mode does not have linear relation. The V-T characteristics differ about each color of R, G, and B. That is, when r with the bottom, g, and b show each color, the V-T curve of each color will be expressed with $Y_r=H_r(V)$ and $Y_g=H_g(V)$ and $Y_b=H_b(V)$.

[0036] In order to obtain the liquid crystal display which has a linear gamma curve using the liquid crystal panel which has this nonlinear V-T characteristic, the gradation voltage which has a nonlinear relation to the gradation level of the indicative data inputted (what is called -- the gamma correction was carried out) needed to be used (for example, Hitachi IC manual (HD66326T)). The relation between a gradation level (digital value) and gradation voltage is determined in a design stage according to the V-T characteristic of the liquid crystal panel to be used. Supposing it expresses a relation with {VG} with $VG=G(GL)$ for a gradation level {GL} and gradation voltage using the function G, it means having determined the function G conventionally in the design stage. Specifically, gradation voltage as shown in drawing 3 was used, for example to 64 gradation (6 bits).

[0037] Here, the composition of the conventional color liquid crystal display is explained, referring to drawing 4 C. A liquid crystal display is provided with the following.

The display panel in which the color picture element of red (r) green (g) and blue (b) was arranged by matrix form.

The signal side drive circuit which outputs the status signal voltage corresponding to the gradation level of the inputted color image data to the color picture element of a display panel (liquid crystal driver).

The scanning signal side drive circuit which outputs the scanning signal voltage which chooses the color picture element to which status signal voltage is impressed among two or more color picture elements one by one to a display panel.

The signal side drive circuit chooses the gradation voltage VG corresponding to the gradation level (input digital signal value) of the received color image data from among the gradation voltage {VG} generated in a gradation voltage generating circuit, and outputs it to a display panel as status signal voltage. Timing control of a scanning side driving circuit or the signal side drive circuit is carried out by the control signals (clock signal etc.) supplied from the outside. A gradation voltage generating circuit generates the gradation voltage {VG; V0, V1, and V2 -- V61, V62, V63} corresponding to the gradation level {GL; 0, 1, -- 64} of 64 pieces, for example by

carrying out resistance dividing of the reference voltage using 63 resistance (R0, R1 -- R61, R62). By deciding the size of each resistance, the gradation voltage {VG} which has a predetermined relation ($VG=G(GL)$) is generated.

[0038]however, this gradation voltage {VG} -- R, G, and B, since it was uniformly used to all, If the gradation voltage ($VG=G(GL)$) specified to the display panel which has the V-T characteristic ($Y_r=H_r(V)$ and $Y_g=H_g(V)$ and $Y_b=H_b(V)$) shown in drawing 2 with the curve shown in drawing 3 is impressed, The gamma characteristic obtained will be expressed with $Y_r=H_r-G(GL)$, $Y_g=H_g-G(GL)$, and $Y_b=H_b-G(GL)$, and as shown, for example in drawing 4 A and drawing 4 B, they differ in each color. The vertical axis in drawing 4 A and drawing 4 B standardizes the maximum of transmissivity about each color, and expresses it as optical power. As for drawing 4 A, an input digital signal value shows 64 gradation (6 bits), and drawing 4 B shows the case of 256 gradation (8 bits).

[0039]Optical power of B is stronger than R and G to the same gradation digital value so that drawing 4 A and drawing 4 B may show. Therefore, a foreground color inclines toward blue in such a conventional color liquid crystal device. Since a relative value of R, G, and B changes with input digital signal values, a color temperature of a foreground-color range and a white foreground color changes with gradation.

[0040]As mentioned above, the main Reasons which were low, a V-T curve of a liquid crystal panel changes with colors (color picture element) -- that is, A function from which a V-T curve of each color picture element of R, G, and B differs mutually, In spite of being expressed $Y_r=H_r(V)$ and $Y_g=H_g(V)$ and $Y_b=H_b(V)$ using H_r , H_g , and H_b , it is because common gradation voltage {VG} was used also to which color picture element. The gradation dependency of a foreground color also originates in V-T curves differing for every color picture element of this.

[0041]Then, a color liquid crystal display according to this invention in order to improve color reproduction nature, For example, it has the composition which changes a pressure value of a blue display signal level outputted to a display panel according to a gradation level with blue image data, and a pressure value of a red display signal level outputted to a display panel according to red image data of the same gradation level. For example, when image data had the same gradation data X_0 to each of R, G, and B, a certain signal level V_0 corresponding to the gradation X_0 was conventionally impressed to each which is R, G, and B picture element. In the above-mentioned conventional composition, the one gradation voltage V_0 is chosen from gradation voltage {VG} expressed with the function G of GL as inputted gradation $X_0=GL$ ($V_r=V_g=V_b=G(X)$). On the other hand, according to this invention, when image data has the same gradation data X_0 to each of R, G, and B, a signal level impressed to each of R, G, and B picture element can be made into a mutually different pressure value. That is, relation between the gradation data X which inputted color image data has, and the signal level V_r impressed to each color picture element, V_g and V_b may differ mutually ($V_r=G_r(X)$ and $V_g=G_g(X)$ and $V_b=G_b(X)$). At least one and a relation of the above about B picture element typically actually differ from the above-mentioned relation about R and G picture element.

[0042]R, G, and B -- in order to carry out a relation of signal-level V_r , V_g , V_b , and the gradation data X which are impressed to each color picture element to independence, respectively, two methods can be considered, for example.

[0043]First, the 1st gradation voltage generating circuit which generates {VG_r} expressed with function G_r of the gradation level GL as shown in drawing 5, The 2nd gradation voltage generating circuit which generates {VG_b} expressed with function G_b of the gradation level GL, The 3rd gradation voltage generating circuit which generates {VG_g} expressed with function G_g of the gradation level GL is provided, A R display signal level chosen from {VG_r} according to the gradation level X_r of R image data is outputted, What is necessary is to output a B display signal level chosen from {VG_b} according to gradation level X_b of B image data, and just to make it

output a G display signal chosen from $\{VG_g\}$ according to a gradation level of G image data.

[0044] Or a gradation voltage generating circuit which generates gradation voltage $\{VG\}$ expressed with the function G of the gradation level GL as shown in drawing 13, The 1st look-up table that changes a gradation level of R image data and outputs R amendment gradation level, The 2nd look-up table that changes a gradation level of B image data and outputs B amendment gradation level, It has the 3rd look-up table that changes a gradation level of G image data and outputs G amendment gradation level, A R display signal level is outputted by choosing gradation voltage from $\{VG\}$ according to R amendment gradation level, It is good also as composition which outputs a B display signal level and outputs a G display signal level by choosing gradation voltage from $\{VG\}$ according to G amendment gradation level by choosing gradation voltage from $\{VG\}$ according to B amendment gradation level. Namely, after changing the inputted gradation data X into amendment gradation level $h_r(X)$, $h_b(X)$, and $h_g(X)$ by the 1st, 2nd, and 3rd look-up table, respectively, What is necessary is just to choose gradation voltage from gradation voltage $\{VG\}$ generated as usual in a single gradation voltage generating circuit according to amendment gradation level $h_r(X)$, $h_b(X)$, and $h_g(X)$. The 1st, 2nd, and 3rd look-up table specifies function h_r , h_b , and h_g , respectively. If it expresses using a function, it will become $V_r = G - h_r(X)$, $V_g = G - h_g(X)$, and $V_b = G - h_b(X)$.

[0045] Hereafter, an embodiment of this invention is described more to details.

[0046] (Embodiment 1) Drawing 5 shows composition of the color liquid crystal display 100 of a normally white mode of Embodiment 1 of this invention. The color liquid crystal display 100 of drawing 5 is provided with the following.

The display panel 20 which has two or more R (1st color) picture elements 2, B (2nd color) picture elements 4, and G (3rd color) picture elements 6 which were arranged by matrix form. The memory 50 for image display which outputs color image data, such as a personal computer. The signal side drive circuit 18.

The scanning signal side drive circuit 40 and the gradation voltage generating circuit 10.

The gradation voltage generating circuit 10 has the gradation voltage generating circuit 12 for R (the 1st), the gradation voltage generating circuit 14 for B (the 2nd), and the gradation voltage generating circuit 16 for G (the 3rd). The gradation voltage generating circuit 12 for R generates the 1st gradation voltage expressed with the 1st function of a gradation level. Similarly, the gradation voltage generating circuit 14 for B generates the 2nd gradation voltage expressed with the 2nd function of a gradation level, and the gradation voltage generating circuit 16 for G generates the 3rd gradation voltage expressed with the 3rd function of a gradation level.

[0047] The memory 50 for image display outputs the color image data containing the R image data 52, the B image data 54, and the G image data 56. These R image data 52, B picture 54 data, and G green image data 56 which were outputted from the memory 50 for image display are inputted into the signal side drive circuit 18. In the signal side drive circuit 18, the status signal voltage for R is outputted by choosing the gradation voltage for R generated in the gradation voltage generating circuit 12 for R according to the gradation level X_r of the R image data 52. The status signal voltage for B is outputted by choosing the gradation voltage for B generated in the gradation voltage generating circuit 14 for B according to the gradation level X_b of the B image data 54. The status signal voltage for G is outputted by choosing the gradation voltage for G generated in the gradation voltage generating circuit 16 for G according to the gradation level X_g of the G image data 56.

[0048] The scanning signal side drive circuit 40 outputs the scanning signal which chooses the color picture element to which status signal voltage is impressed among two or more color picture elements 2, 4, and 6 one by one to the display panel 20. Each of R and B which were outputted from the signal side drive circuit 18, and the status signal voltage for G is impressed to R of the liquid crystal panel 20, B, and the G picture elements 2, 4, and 6, and a colored presentation is performed.

[0049] As mentioned above, in the conventional color liquid crystal device, status signal voltage controls foreground-color change by this invention by supplying two or more kinds of status

signal voltage (the object for R, the object for B, and the status signal voltage for G), although only one kind was supplied to the color picture element of a different color.

[0050] Hereafter, the concrete example of the status signal voltage impressed to each color picture element is explained.

[0051] Drawing 6 is what showed the status signal voltage of R (it has added.) in the case of setting a color temperature as 7700K, B, and G3 kind. It has set up in a middle brightness area (for example, field whose input digital value is 20 to about 50 in 6 bit images) become a value whose B display signal level to B picture is higher than R, R to G picture, and a G display signal level. That in which the curve of B is over the curve of R and G by this in the impressed-electromotive-force-transmissivity characteristic of the liquid crystal shown in above-mentioned drawing 2 (B transmissivity is higher than R and G) can be amended. The gamma characteristic to R at the time of determining status signal voltage, as shown in drawing 6, G, and B three primary colors is shown in drawing 7. Drawing 7 shows that the gamma curve to three colors of R, G, and B was able to be coincided mostly.

[0052] In order to keep constant the colorless color temperature of a color liquid crystal panel, it is also possible to make the gamma curve to B picture lower than R and G. It is determined by taking into consideration the physical characteristic of a liquid crystal panel how a gamma curve is designed. Drawing 8 shows status signal voltage when [at which the gamma value over B picture is made high] a colorless color temperature is both fixed, and drawing 9 shows the gamma characteristic at that time.

[0053] Although the white color temperature of a transmission type color liquid crystal device is determined by the spectral characteristic of a back light and the RGB light filter of a liquid crystal element, it can change the color temperature of a liquid crystal device by changing the gradation voltage characteristic.

[0054] Drawing 10 is a figure showing gradation voltage outputted to an input digital signal (6 bits) in a case of making a color temperature of a white display high (for example, color temperature 10000K). A minimum gradation pressure value corresponding to the maximum (in the case of drawing 10 64) of B, R, and G input digital signal is set to VBmin, VRmin, and VGmin, respectively. In a liquid crystal display of a normally white mode like this example, when VBmin, VRmin, and VGmin are impressed to each color picture element, a white level display can be performed.

[0055] As shown in drawing 10, it is determined that the minimum of gradation voltage will become $VBmin < VRmin$ and $VBmin < VGmin$. That is, a color temperature of a white display is made high by making maximum transmittances of B higher than maximum transmittances of R and G.

[0056] Drawing 11 is a figure showing the gradation voltage outputted to the input digital signal (6 bits) in the case of making the color temperature of a white display low (for example, color temperature 5500K). As shown in drawing 11, it is determined that the minimum of gradation voltage will become $VBmin > VRmin$ and $VBmin > VGmin$. That is, the color temperature of a white display is made low by making the maximum transmittances of B lower than the maximum transmittances of R and G.

[0057] The color temperature of the display panel 20 can be freely set up by changing gradation voltage. The gradation voltage generating circuit of each color may be chosen from two or more gradation voltage generating circuits according to setting out of white temperature. As shown in drawing 12, the gradation voltage generating circuit 12A for R is chosen from two or more gradation voltage generating circuits 12A and 12B. Similarly, the gradation voltage generating circuit 14A for B is chosen from two or more gradation voltage generating circuits 14A and 14B, and the gradation voltage generating circuit 16A for G is chosen from two or more gradation voltage generating circuits 16A and 16B. By this, since color temperature setting out and the gamma characteristic of the liquid crystal panel 20 can be changed, according to liking of a scene and a user, the change of the color display properties of a liquid crystal display can be performed freely.

[0058] In this embodiment, the example which gives status signal voltage which is different in R, G, and B, respectively is explained. However, since the status signal voltage outputted to an

input digital signal is shown by the almost same curve in R and G, it may give common status signal voltage different, for example from the voltage given to B to R and G. Thus, even if it gives two kinds of different status signal voltage to the picture element of a corresponding color, the purpose of this invention can be attained.

[0059] Although the liquid crystal display of this Embodiment 1 is a color liquid crystal display of a normally white mode, this invention is applicable similarly to the color liquid crystal display of a normally black.

[0060] Practically, in a TFT color liquid crystal device, in order to prevent degradation of a liquid crystal, dot inversion driving based on the gradation voltage determined like this invention is performed.

[0061] (Embodiment 2) Drawing 13 shows the composition of the color liquid crystal display 300 of Embodiment 2 of this invention. The color liquid crystal display 300 of drawing 13 is provided with the following.

The display panel 20 which has two or more R picture elements 2, B picture elements 4, and G picture elements 6 which were arranged by matrix form.

The memory 50 for image display which outputs color image data, such as a personal computer. Signal side drive circuit 18.

The scanning signal side drive circuit 40, the gradation voltage generating circuit 250, and the look-up table 210.

[0062] The look-up table 210 has the look-up table 222 for R (the 1st), the look-up table 224 for B (the 2nd), and the look-up table 226 for G (the 3rd). The look-up table 222 for R changes the gradation level of inputted R image data, and outputs the 1st amendment gradation level.

Similarly, the look-up table for B changes the gradation level of inputted B image data, B (the 2nd) amendment gradation level is outputted, and the look-up table for G changes the gradation level of inputted G image data, and outputs G (the 3rd) amendment gradation level.

[0063] The signal side drive circuit 18 outputs the status signal voltage for R by choosing the gradation voltage generated in the gradation voltage generating circuit 250 according to R (the 1st) amendment gradation level from which the gradation level of R image data contained in color image data was changed. The status signal voltage for B is outputted by being generated in the gradation voltage generating circuit 250 according to B (the 2nd) amendment gradation level from which the gradation level of B image data contained in color image data was changed still more nearly similarly, and choosing gradation voltage, The status signal voltage for G is outputted by choosing the gradation voltage generated in the gradation voltage generating circuit 250 according to G (the 3rd) amendment gradation level from which the gradation level of G image data was changed.

[0064] Thus, the status signal voltage for R, B, and G outputted from the signal side drive circuit 18 is impressed to R of the liquid crystal panel 20, B, and the G picture elements 2, 4, and 6, respectively, and a colored presentation is performed. As mentioned above, also in this Embodiment 2, foreground-color change is controlled by supplying two or more kinds of status signal voltage (the object for R, the object for B, and the status signal voltage for G).

[0065] Below, the look-up tables 222, 224, and 226 are explained concretely.

[0066] Drawing 14 shows an example of the translation table by the look-up tables 222, 224, and 226 for R in the case of setting a color temperature as 7700K, B, and G, for example. The input digital signal value to the object for R, the object for B, and the look-up tables 222, 224, and 226 for G is shown on a horizontal axis, and the output digital signal value is shown on the vertical axis. Drawing 14 makes the input digital signal value 8 bits.

[0067] In [as shown in drawing 14, when setting a color temperature as 7700K] an inside brightness area (for example, field whose input digital value is 48 to about 208 in 8 bit images), It is made for B amendment gradation level outputted by changing the gradation level of B color image data to become lower than R and G in the look-up table 224 for B. The phenomenon in which the foreground color by the digital-signal-outputs value of B as shown in above-mentioned drawing 4 being larger than the digital-signal-outputs value of R and G inclines toward blue by this can be controlled.

[0068]When using the look-up tables 222, 224, and 226 which perform conversion shown in drawing 14, change of white foreground-color temperature when changing an input digital signal from a white level to a black level is shown in drawing 15. Drawing 15 shows that color temperature change of the white display by gradation is concentrating on the 7700K neighborhood. Therefore, it is clear by using the above objects for R, the object for B, and the look-up tables 222, 224, and 226 for G that faithful color specification becomes possible.

[0069]A color temperature cannot be changed into the 7700K neighborhood when a gradation level is low (for example, $R=16$, $G=16$, $B=16$). In the chromaticity diagram shown in drawing 1 A, this is because there is no point of expressing a white display in a color triangle and a color temperature cannot be changed into the 7700K neighborhood by balance of R, G, and B, when a gradation level is low. When a gradation level is low, since image strength is low practically even if a color temperature is not convertible, it does not become a problem visually.

[0070]Drawing 16 A is what showed another example of the look-up table, and is the example which set the value of gamma to 2.2 with compensation of change of white foreground-color temperature. As shown in drawing 16 A, it is determined by using the object for R, the object for G, and the look-up tables 222, 224, and 226 for B that the status signal voltage for B will become lower than the status signal voltage for R and G.

[0071]Change of the white indication temperature at the time of setting up a look-up table like drawing 16 A is shown in drawing 16 B. It turns out that color temperature change of the white display by gradation has gathered for the range of 7000K-8600K except for a low luminance part from drawing 16 B. Therefore, it is clear that faithful color specification becomes possible by using the object for R, the object for B, and the look-up tables 222, 224, and 226 for G which are shown in drawing 16 A.

[0072]Drawing 17 shows an example of the translation table by the look-up tables 222, 224, and 226 for R in the case of making low color temperature setting out of a white display (for example, about [color temperature] 5500K), B, and G.

[0073]The maximum output value of the gradation voltage of R and B which are outputted to the maximum input value 255 of R, G, and B input digital signal value (8 bits), and G is set to R_{max} , B_{max} , and G_{max} . When R_{max} , B_{max} , and G_{max} are impressed to each color picture element, a white level display can be performed. As shown in drawing 17, it is considered as $B_{max} < R_{max}$ and $B_{max} < G_{max}$.

[0074]As shown in drawing 17, a white foreground-color temperature change when changing an input digital signal from the white level at the time of changing using the transform function specified by each look-up tables 222, 224, and 226 to a black level is shown in drawing 18. Drawing 18 shows concentrating the color temperature change by gradation on the 5500K neighborhood. Therefore, it is clear that faithful color specification becomes possible by using the object for R, the object for B, and the look-up tables 222, 224, and 226 for G which are shown in drawing 17.

[0075]Drawing 19 shows an example of the translation table by the look-up tables 222, 224, and 226 for R in the case of making white foreground-color temperature setting high (for example, about [color temperature] 10000K), B, and G. As shown in drawing 19, they are $B_{max} > R_{max}$ and $B_{max} > G_{max}$.

[0076]As shown in drawing 19, a white foreground-color temperature change when changing an input digital signal from the white level at the time of changing using the 1st, 2nd, and 3rd transform functions specified by each look-up tables 222, 224, and 226 to a black level is shown in drawing 20. Drawing 20 shows concentrating the color temperature change by gradation on the 10000K neighborhood. Therefore, it is clear that faithful color specification becomes possible by using the object for R, the object for B, and the look-up tables 222, 224, and 226 for G which are shown in drawing 19.

[0077]The color temperature of the display panel 20 can be freely set up by changing gradation voltage. According to setting out of the look-up table white color temperature of each color, it may be chosen from two or more look-up tables, respectively. As shown in drawing 21, the look-up table 222A for R may be chosen, for example from two or more look-up tables 222A and 222B for R. The look-up table 224A for B is chosen in a similar manner, for example from two or

more look-up tables 224A and 224B for B, and the look-up table 226A for G may be chosen, for example from two or more look-up tables 226A and 226B for G. By this, since color temperature setting out and the gamma characteristic of the liquid crystal panel 20 can be changed, according to liking of a scene and a user, the change of the color display properties of a liquid crystal device can be performed freely.

[0078] Although it presupposed that it is also the liquid crystal display of this Embodiment 2 a color liquid crystal display of a normally white mode, this invention is applicable similarly to the color liquid crystal display of a normally black.

[0079] According to this Embodiment 2, by using a look-up table, picture input data can be changed according to the characteristic of an electrochromatic display, and the fidelity of color specification can be raised.

[0080] In this embodiment, although three colors of RGB were explained, this invention may not be restricted to this, but other colored presentations may be sufficient as it, and 2 color specification may be sufficient as it further.

[0081]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to this invention, the electrochromatic display excellent in the color specification characteristic can be provided. The fidelity of the color specification of an electrochromatic display is raised, and it becomes easy [setting out or change of a color temperature].

[0082] The electrochromatic display by this invention is used suitably for a display device for CG, a display device for printing, etc. in which the object for personal computers and not only the display device for videos but color reproduction with higher fidelity is demanded.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1 A] It is a figure showing the result of having searched for experimentally the foreground-color range by input gradation change in the transmission type color liquid crystal device in NW mode, on xy chromaticity diagram.

[Drawing 1 B] It is a figure showing color temperature change of a white foreground color when changing a gradation level.

[Drawing 2] It is a figure showing the typical V-T characteristic of the transmission type liquid crystal display in the conventional NW mode.

[Drawing 3] It is a figure showing the gradation voltage currently generated to 64 conventional gradation.

[Drawing 4 A] It is a figure showing the gamma characteristic produced by impressing the gradation voltage specified to the liquid crystal panel which has the V-T characteristic shown in drawing 2 with the curve shown in drawing 3.

[Drawing 4 B] It is a figure showing the gamma characteristic produced by impressing the gradation voltage specified to the liquid crystal panel which has the V-T characteristic shown in

drawing 2 with the curve shown in drawing 3.

[Drawing 4 C] It is a figure explaining the composition of the conventional color liquid crystal display.

[Drawing 5] It is a figure showing the composition of the electrochromatic display of Embodiment 1.

[Drawing 6] It is a figure showing the status signal voltage of three sorts of RGB of Embodiment 1.

[Drawing 7] It is a figure showing the gamma characteristic to RGB 3 color at the time of impressing the gradation voltage shown in drawing 6.

[Drawing 8] It is a figure showing the status signal voltage of three sorts of RGB of Embodiment 1.

[Drawing 9] It is a figure showing the gamma characteristic to R [at the time of impressing the gradation voltage shown in drawing 8], G, and B3 color.

[Drawing 10] It is a figure showing the gradation voltage of three sorts of RGB of Embodiment 1.

[Drawing 11] It is a figure showing the gradation voltage of three sorts of RGB of Embodiment 1.

[Drawing 12] It is a figure showing the composition as which a certain gradation voltage generating circuit is chosen from two or more gradation voltage generating circuits.

[Drawing 13] It is a figure showing the composition of the electrochromatic display of Embodiment 2.

[Drawing 14] It is a figure showing the translation table by the look-up table of Embodiment 2.

[Drawing 15] It is a figure showing the white foreground-color temperature change at the time of using the look-up table of drawing 14 and changing an input digital signal.

[Drawing 16 A] It is a figure showing the translation table by the look-up table of Embodiment 2.

[Drawing 16 B] It is a figure showing the white foreground-color temperature change at the time of using the look-up table of drawing 16 A, and changing an input digital signal.

[Drawing 17] It is a figure showing the translation table by the look-up table of Embodiment 2.

[Drawing 18] It is a figure showing the white foreground-color temperature change at the time of using the look-up table of drawing 17 and changing an input digital signal.

[Drawing 19] It is a figure showing the translation table by the look-up table of Embodiment 2.

[Drawing 20] It is a figure showing the white foreground-color temperature change at the time of using the look-up table of drawing 19 and changing an input digital signal.

[Drawing 21] It is a figure showing the composition as which a certain look-up table is chosen from two or more look-up tables.

[Explanations of letters or numerals]

2 R picture element

4 B picture element

6 G picture element

10 Gradation voltage generating circuit

12 The gradation voltage generating circuit for R

14 The gradation voltage generating circuit for B

16 The gradation voltage generating circuit for G

20 Display panel

40 Scanning signal side drive circuit

50 The memory for image display

52 R image data

54 B image data

56 G image data

100 Color liquid crystal display

300 Color liquid crystal display

210 Look-up table,

222 The look-up table for R

224 The look-up table for B

226 The look-up table for G

[Translation done.]

* NOTICES *

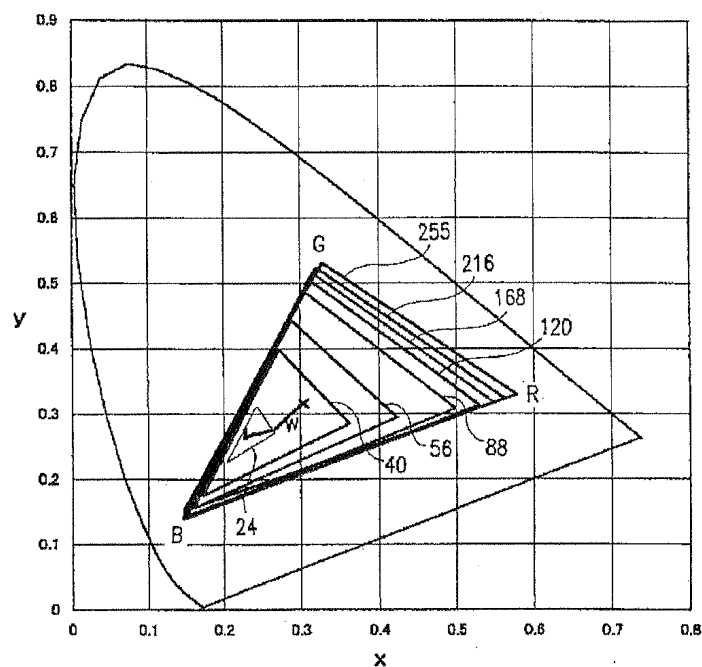
JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

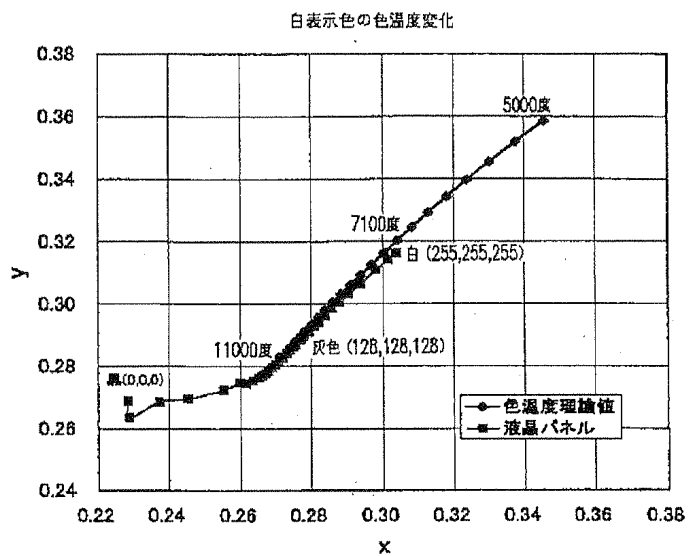
DRAWINGS

[Drawing 1 A]

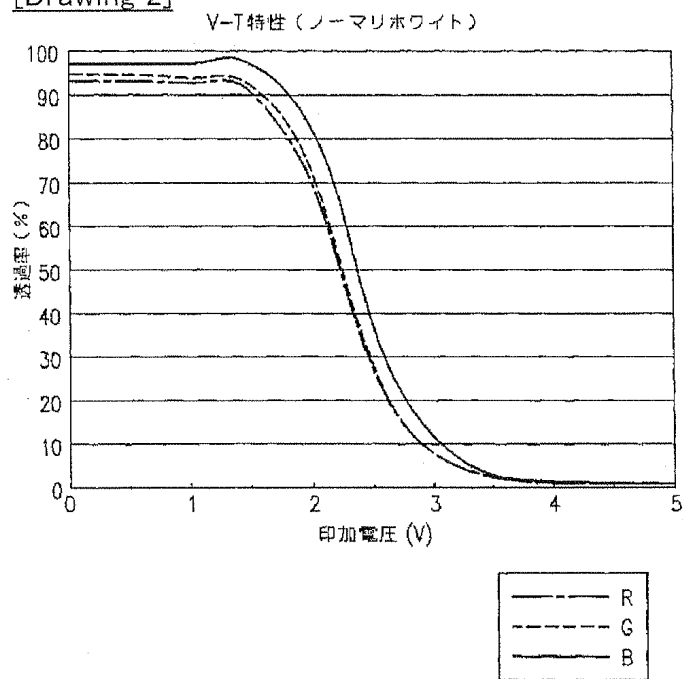
入力階調変化による表示色範囲



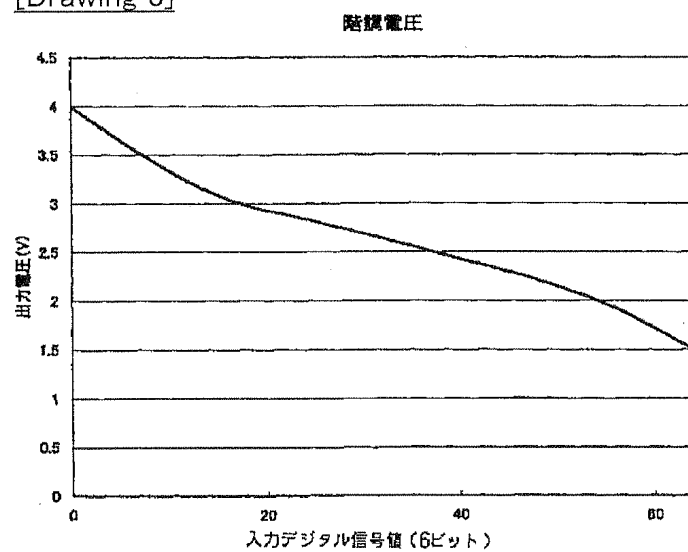
[Drawing 1 B]



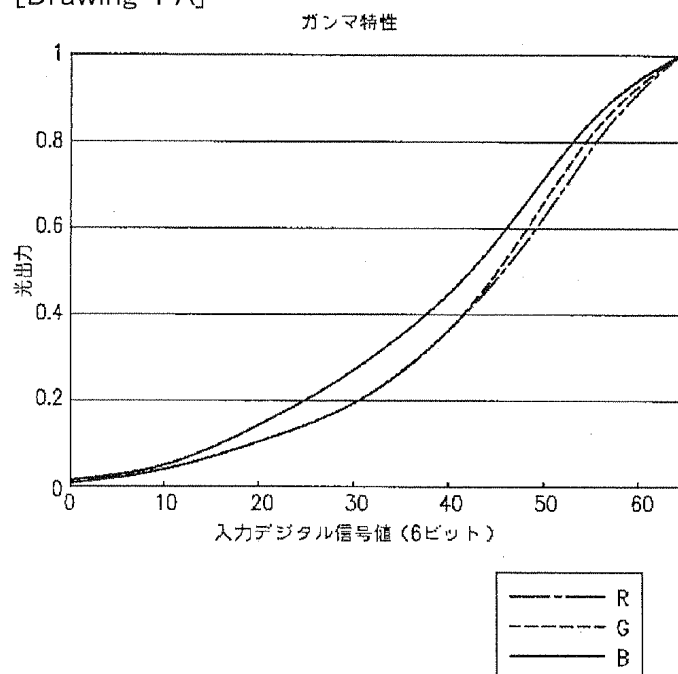
[Drawing 2]



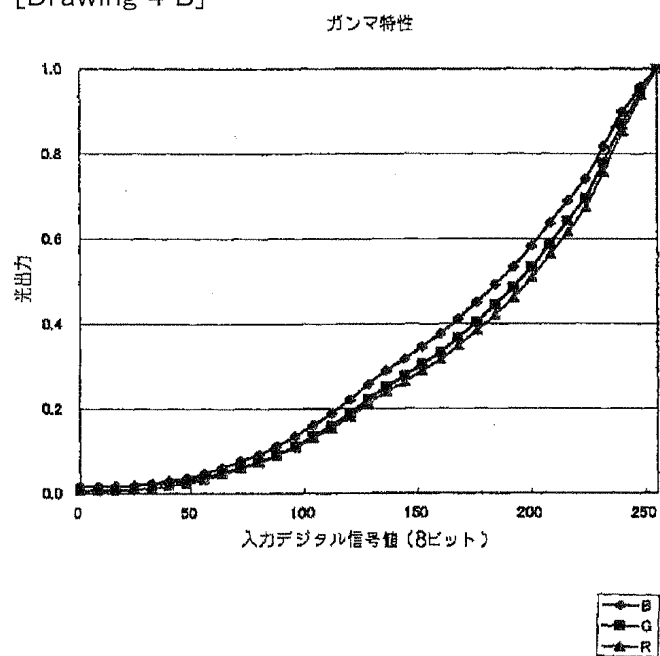
[Drawing 3]



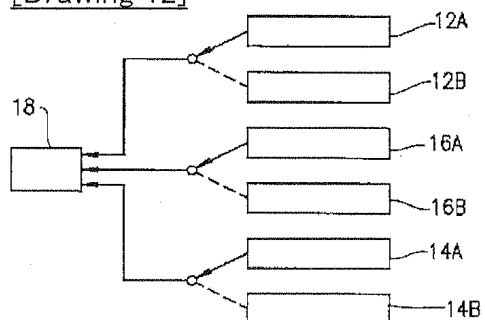
[Drawing 4 A]



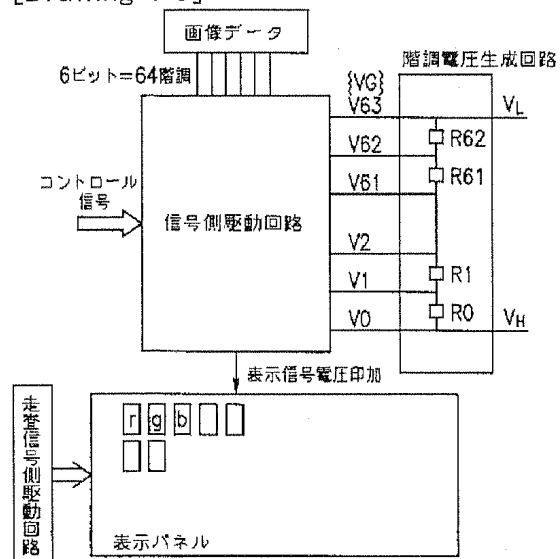
[Drawing 4 B]



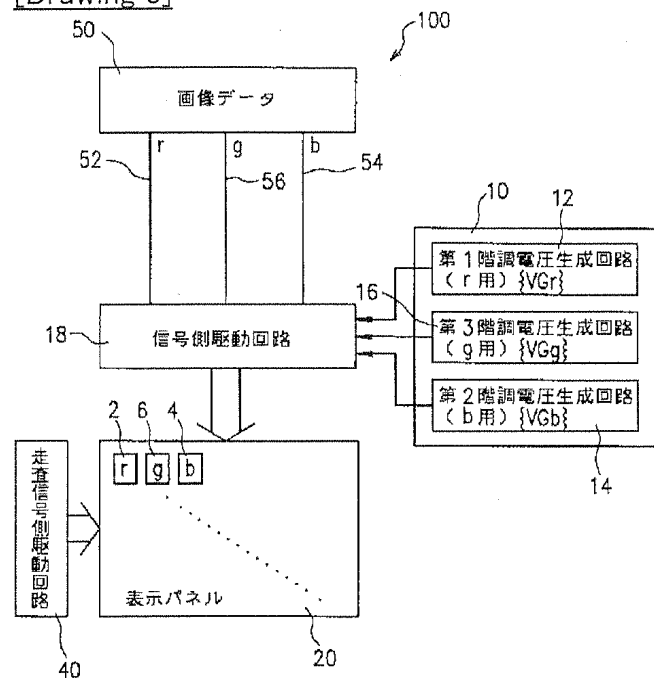
[Drawing 12]



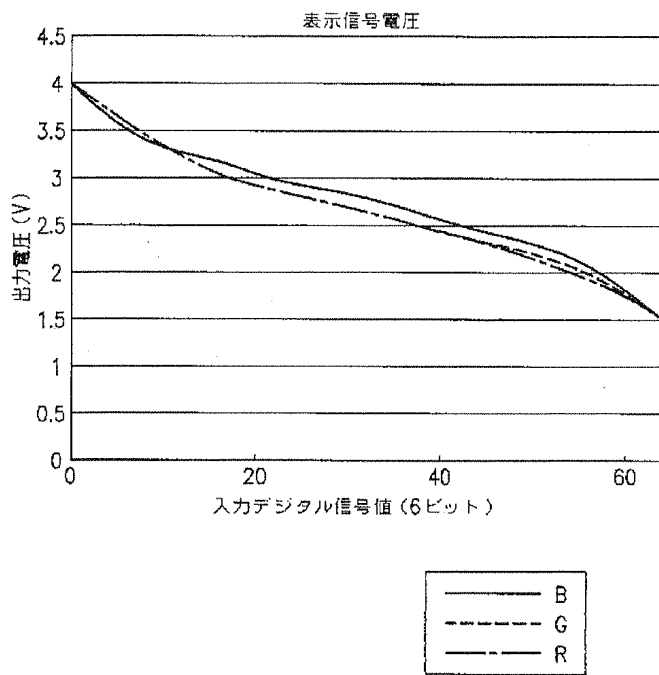
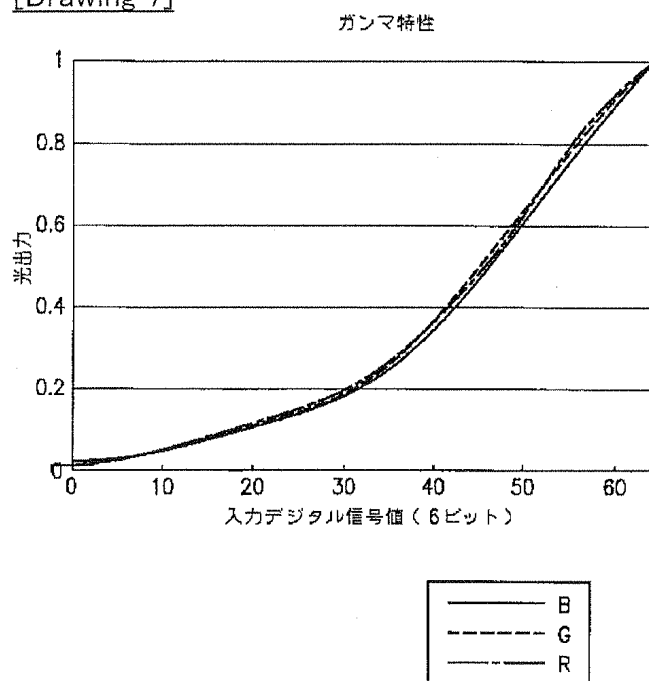
[Drawing 4 C]

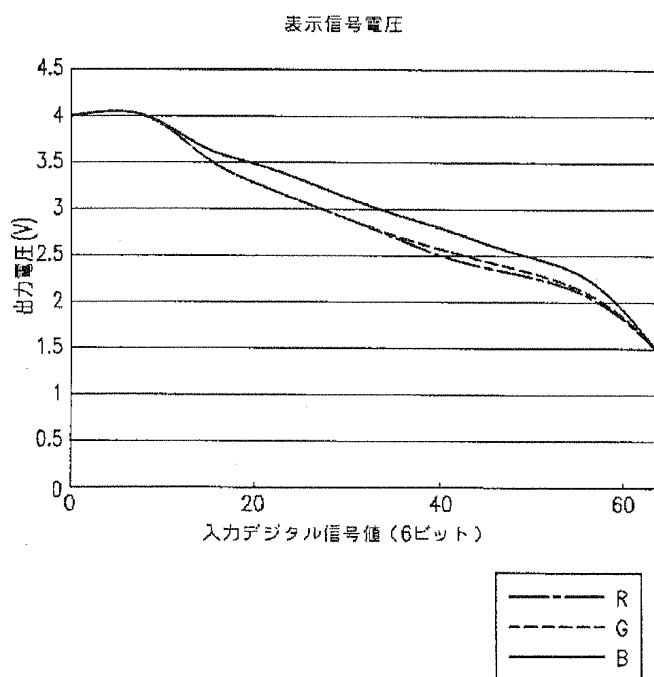


[Drawing 5]

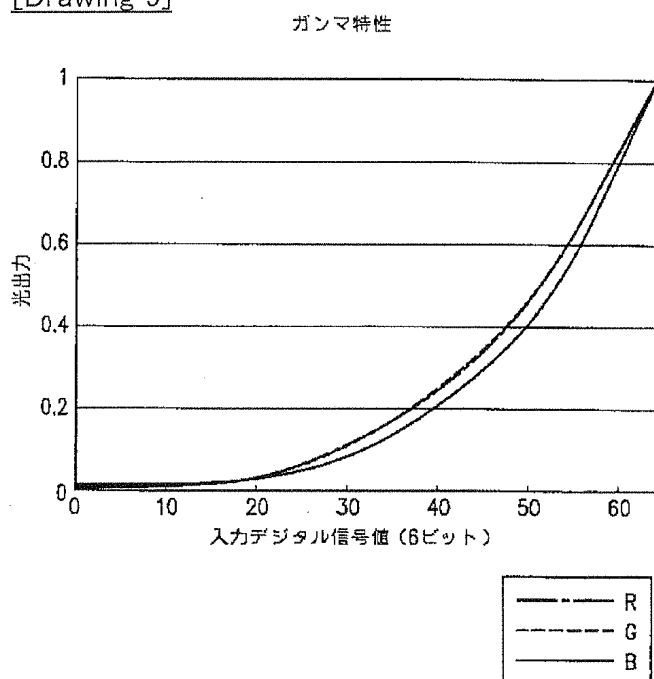


[Drawing 6]

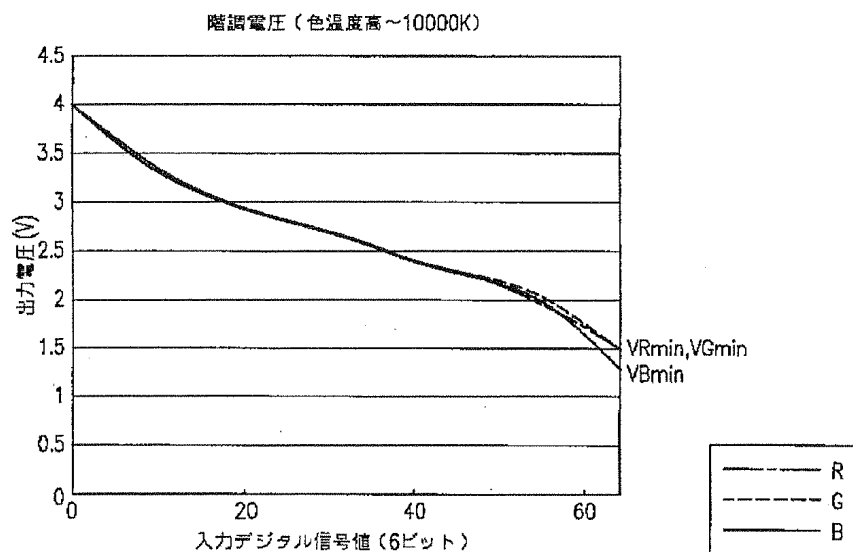
[Drawing 7][Drawing 8]



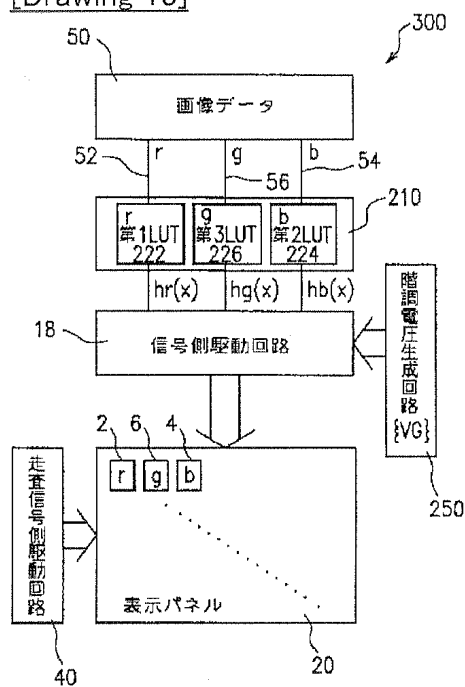
[Drawing 9]



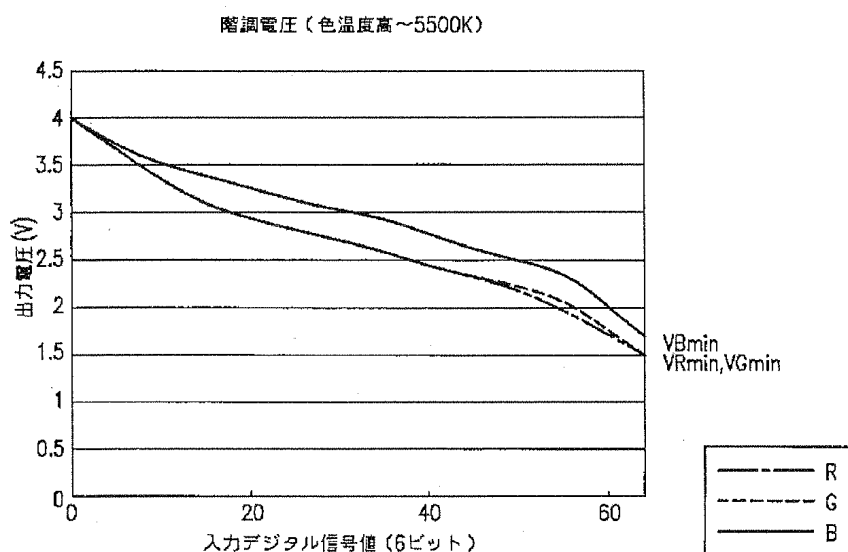
[Drawing 10]



[Drawing 13]

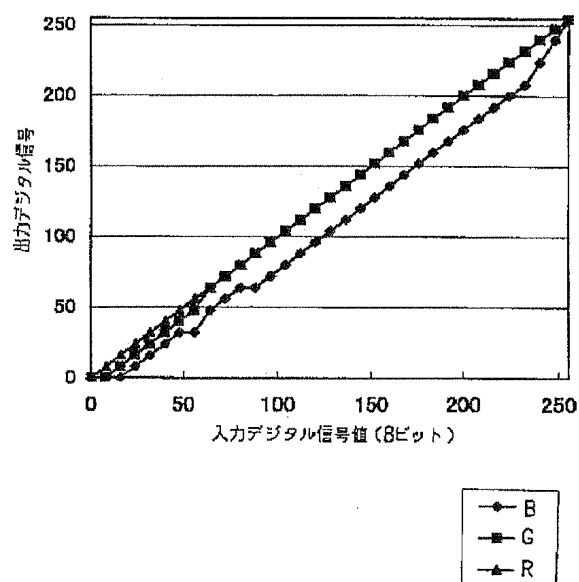


[Drawing 11]



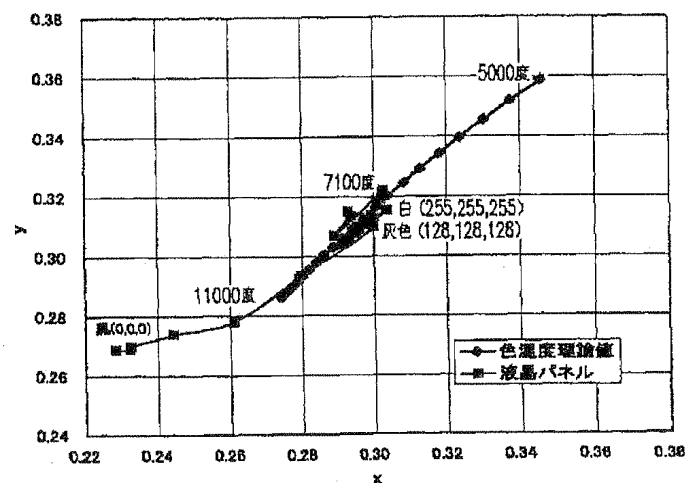
[Drawing 14]

変換テーブル (色温度~7700K)

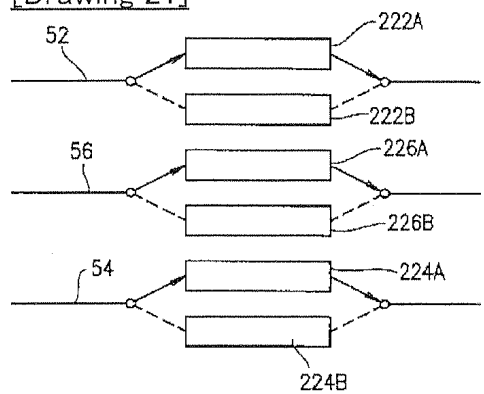


[Drawing 15]

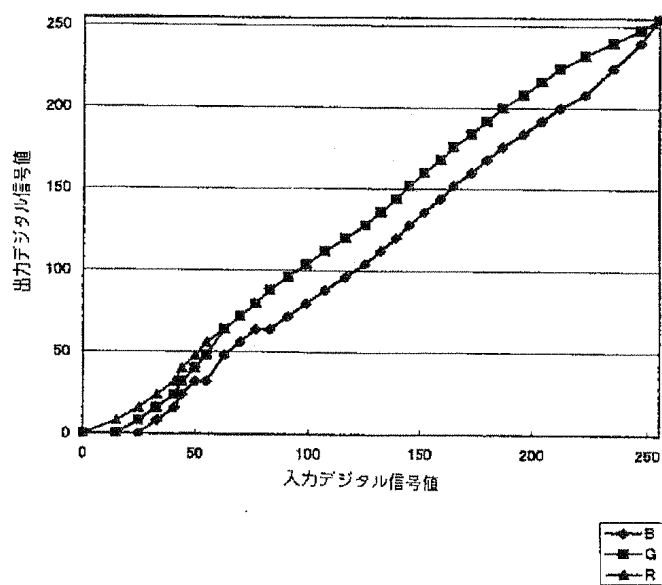
白表示色温度の変化



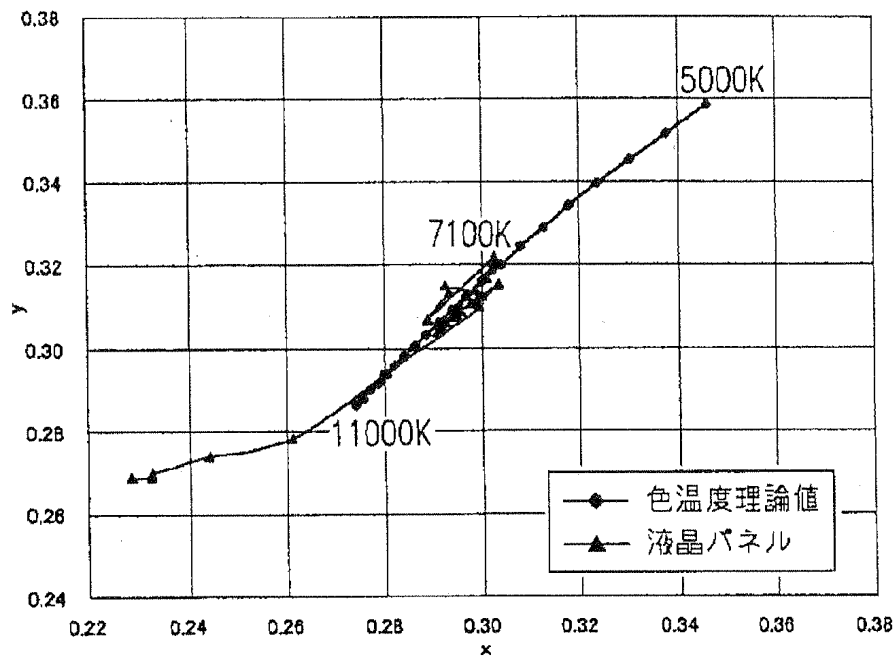
[Drawing 21]



[Drawing 16 A]

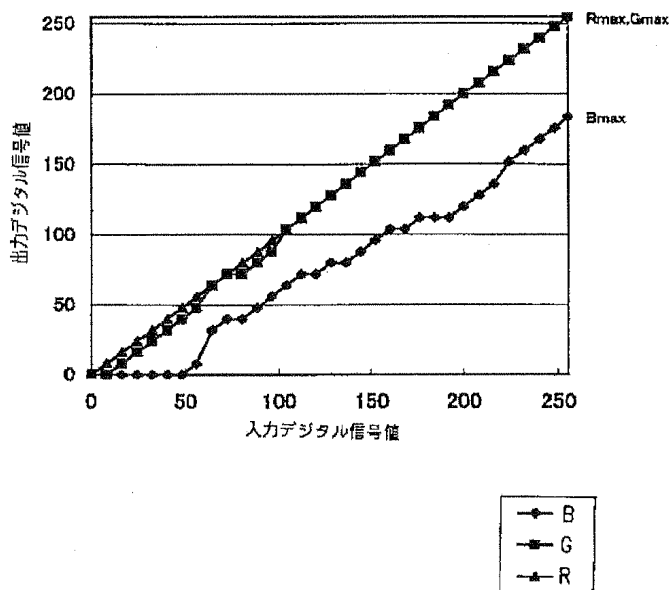
変換テーブル ($\gamma = 2.2$)

[Drawing 16 B]

白表示色温度の変化 ($\gamma = 2.2$)

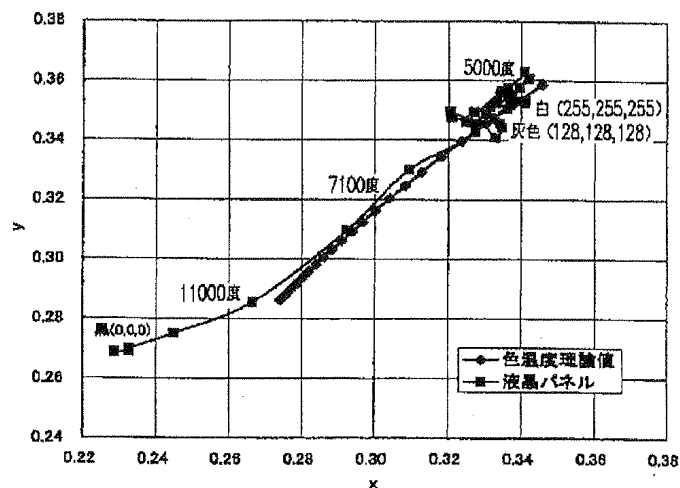
[Drawing 17]

変換テーブル (色温度~5500K)



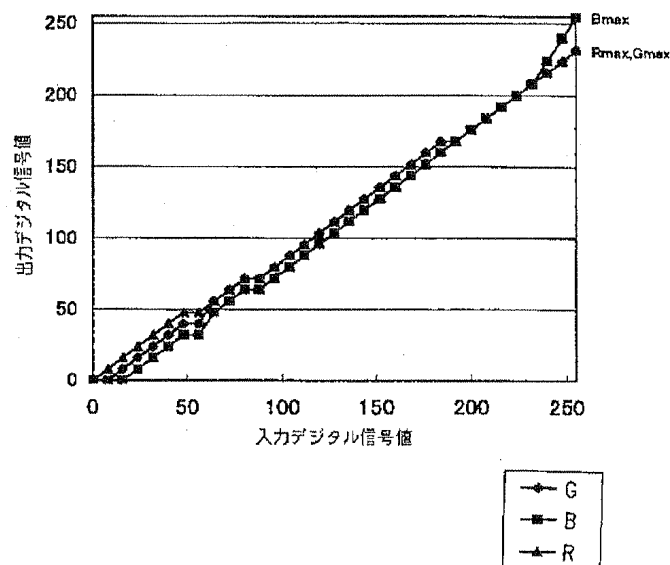
[Drawing 18]

白表示色温度の変化



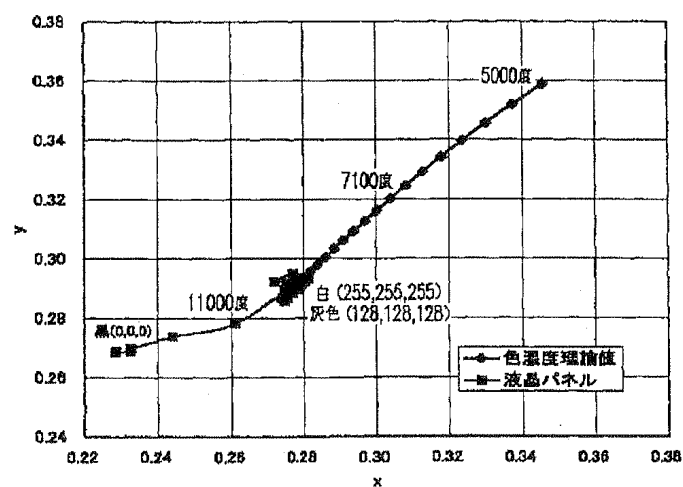
[Drawing 19]

変換テーブル(色温度~10000K)



[Drawing 20]

白表示色温度の変化



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-308057
(P2003-308057A)

(43)公開日 平成15年10月31日 (2003. 10. 31)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 9 G 3/36		G 0 9 G 3/36	2 H 0 9 3
G 0 2 F 1/133	5 1 0	G 0 2 F 1/133	5 1 0 5 C 0 0 6
	5 7 5		5 7 5 5 C 0 6 0
G 0 9 G 3/20	6 1 2	G 0 9 G 3/20	6 1 2 F 5 C 0 8 0
	6 3 1		6 3 1 V

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2003-72746(P2003-72746)
(62)分割の表示 特願平11-216015の分割
(22)出願日 平成11年7月29日(1999. 7. 29)

(71)出願人 000005049
シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(72)発明者 岡野 幸夫
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内
(74)代理人 100078282
弁理士 山本 秀策 (外2名)

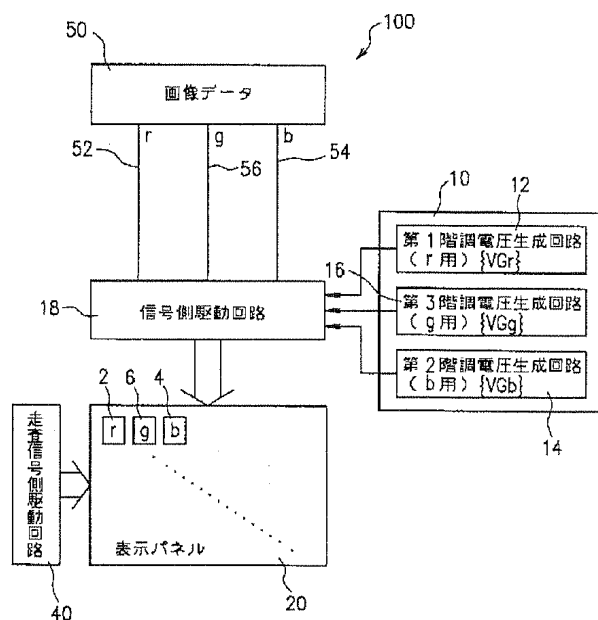
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 カラー表示装置

(57)【要約】

【課題】 色再現性に優れたカラー表示装置を提供する。

【解決手段】本発明のカラー表示装置は、複数の行および列を有するマトリクス状に配列された複数の第1および第2カラー絵素を有する表示パネルと、カラー画像データを受け取り、該カラー画像データの階調レベルに対応した表示信号電圧を該表示パネルに出力する信号側駆動回路と、該複数のカラー絵素のうち、該表示信号電圧が印加されるカラー絵素を順次選択する走査信号電圧を該表示パネルに出力する走査信号側駆動回路とを有し、該信号側駆動回路は、該カラー画像データの第1カラー画像データの階調レベルに応じて、階調レベルの第1の関数で表される第1表示信号電圧を出力し、前記カラー画像データの第2カラー画像データの階調レベルに応じて、階調レベルの第2の関数で表される第2表示信号電圧を出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の行および列を有するマトリクス状に配列された複数のカラー絵素を有する表示パネルと、カラー画像データを受け取り、該カラー画像データの階調レベルに対応した表示信号電圧を前記表示パネルに出力する信号側駆動回路と、

前記複数のカラー絵素のうち、前記表示信号電圧が印加されるカラー絵素を順次選択する走査信号電圧を該表示パネルに出力する走査信号側駆動回路と、

階調レベルの関数で表される階調電圧を生成する階調電圧生成回路と、

入力されたカラー画像データの階調レベルを変換し補正階調レベルを出力するルックアップテーブルとを有し、前記信号側駆動回路は、

前記カラー画像データの階調レベルが変換された補正階調レベルに応じて、前記階調電圧生成回路で生成された前記階調電圧を選択することによって表示信号電圧を出力する、カラー表示装置。

【請求項 2】 複数の行および列を有するマトリクス状に配列された複数の第 1 および第 2 及び第 3 カラー絵素を有する表示パネルと、

カラー画像データを受け取り、該カラー画像データの階調レベルに対応した表示信号電圧を前記表示パネルに出力する信号側駆動回路と、

前記複数のカラー絵素のうち、前記表示信号電圧が印加されるカラー絵素を順次選択する走査信号電圧を前記表示パネルに出力する走査信号側駆動回路と、

階調レベルの関数で表される階調電圧を生成する階調電圧生成回路と、

入力された第 1 カラー画像データの階調レベルを変換し第 1 補正階調レベルを出力する第 1 ルックアップテーブルと、

入力された第 2 カラー画像データの階調レベルを変換し第 2 補正階調レベルを出力する第 2 ルックアップテーブルと、

入力された第 3 カラー画像データの階調レベルを変換し第 3 補正階調レベルを出力する第 3 ルックアップテーブルと、

前記信号側駆動回路は、

前記カラー画像データの前記第 1 カラー画像データの階調レベルが変換された第 1 補正階調レベルに応じて、前記階調電圧生成回路で生成された前記階調電圧を選択することによって第 1 表示信号電圧を出力し、

前記カラー画像データの前記第 2 カラー画像データの階調レベルが変換された第 2 補正階調レベルに応じて、前記階調電圧生成回路で生成された前記階調電圧を選択することによって第 2 表示信号電圧を出力し、

前記カラー画像データの前記第 3 カラー画像データの階調レベルが変換された第 3 補正階調レベルに応じて、前記階調電圧生成回路で生成された前記階調電圧を選択す

ることによって第 3 表示信号電圧を出力する、カラー表示装置。

【請求項 3】 前記第 2 カラー絵素は青絵素である請求項 2 に記載のカラー表示装置。

【請求項 4】 前記第 2 ルックアップテーブルは、前記第 1 または第 3 補正階調レベルとは異なるレベルにて前記第 2 補正階調レベルを出力する請求項 2 または 3 に記載のカラー表示装置。

【請求項 5】 前記カラー表示装置はノーマリホワイトモードの液晶表示装置であって、中間階調レベルの前記第 2 表示信号電圧の絶対値は、それぞれ対応する中間階調レベルの前記第 1 および第 3 表示信号電圧の絶対値よりも大きい、請求項 2 または 3 に記載のカラー表示装置。

【請求項 6】 前記第 2 補正階調レベルの最大値は、前記第 1 および第 3 補正階調レベルの最大値よりも小さい請求項 2 から 5 のいずれかに記載のカラー表示装置。

【請求項 7】 前記第 2 補正階調レベルの最小値は、前記第 1 および第 3 補正階調レベルの最大値よりも大きい請求項 2 から 5 のいずれかに記載のカラー表示装置。

【請求項 8】 前記第 1、第 2 および第 3 ルックアップテーブルは、白色色温度の設定に応じて、それぞれ複数のルックアップテーブルのなかから選択される請求項 2 から 7 のいずれかに記載のカラー表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、カラー表示可能な表示装置、特に液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】カラー表示装置に求められる表示特性の一つに、色再現性がある。すなわち、表示できる色の範囲（色再現範囲）が広いカラー表示装置が求められている。従来のカラー表示装置として、例えば CRT や液晶表示装置が広く用いられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来のカラー液晶表示装置は、CRT と比較して広い表示色範囲を有するものの、表示色範囲が階調によって変化するという問題がある（例えば、日経マイクロデバイス誌、1996 年 7 月号、第 101～108 頁参照）。

【0004】以下、ノーマリホワイト（NW）モードの透過型カラー液晶装置を例に表示色の範囲が階調によって変化する現象を説明する。透過型カラー液晶表示装置は、R（赤）、G（緑）、B（青）絵素のそれぞれを透過する光の量を、それぞれの絵素の液晶層に印加する電圧（表示信号電圧）を制御し、加法混色によって色表示を行う。NW モードの液晶表示装置は、液晶層に印加する電圧の絶対値が 0 の時に最大の輝度（明または白）を示し、飽和電圧を印加したときに最小輝度（暗または黒）を示す。

【0005】図 1A は、典型的な NW モードの透過型カ

ラー液晶装置における、入力階調変化による表示色範囲を実験的に求めた結果を xy 色度図上に示したものである。図1Aに示したそれぞれの三角形で包囲される範囲は、画像信号が8ビット(256階調)である場合に、R(赤)、G(緑)、B(青)のデジタル階調レベル値を、それぞれ、255、216、168、120、88、56、40、24、としたときの、表示色範囲を示す。図1Aに示したように、表示色範囲を示す三角形は、階調レベル値が小さく(輝度が低く)なるに従って、その表示色範囲が狭くなるとともに、表示色範囲が青色方向に移動していることが分かる。

【0006】表示色範囲の移動の程度を定量的に評価するために、「白」の表示色に注目する。加法混色において、「白」はR、G、Bを混合することによって得られる。R、G、Bの絵素のそれぞれにある一つの階調レベル値を与えた場合に表示される色を「白」とする。すなわち、各階調レベルに対して「白」が定義され、各階調レベルにおける表示色範囲を代表する色とする。以下、本願明細書における「白」は、上記の定義によるものとし、階調(輝度)と関連付けて用いられ、最高階調に対応して用いられる白(いわゆるNWモードの白)を「白レベル」と称する。また、最低階調に対応する黒を「黒レベル」、中間階調に対応する灰色を「灰色レベル」とそれぞれ称し、表示色と区別する。

【0007】図1A中の点xは、最高階調レベルの白表示色を表す点である。点xから延びる曲線Wは、各階調レベルにおける白表示色を示す点を結んだものであり、階調レベル値が低くなるにつれて、白表示色が青方向にシフトしていることが分かる。この階調による白表示色の変化の様子を図1Bを参照しながら、もう少し詳しく検討する。

【0008】図1Bは、最高階調レベル(R=255、G=255、B=255)から最低階調レベル(R=0、G=0、B=0)まで階調レベルを変化させたときの白表示色を示す点を xy 色度図上に示した図である。参考として5000Kから11000Kまでの色温度を示す理論値を合わせて示している。図1Bから分かるように、最高階調レベル(白レベル)(R=255、G=255、B=255)での白表示色の色温度が約7100K、中間階調レベル(灰色レベル)(R=128、G=128、B=128)での白表示色の色温度が約11000Kである。また、最低階調レベル(黒レベル)(R=0、G=0、B=0)においては青色光透過が認められる。これは、透過型液晶表示装置の液晶パネルを挟持するクロスニコル状態に配置された偏光板から青色の光が透過することが原因であると考えられている。

【0009】本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、色再現性に優れたカラー表示装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明のカラー表示装置は、複数の行および列を有するマトリクス状に配列された複数の第1および第2カラー絵素を有する表示パネルと、カラー画像データを受け取り、該カラー画像データの階調レベルに対応した表示信号電圧を該表示パネルに出力する信号側駆動回路と、該複数のカラー絵素のうち、該表示信号電圧が印加されるカラー絵素を順次選択する走査信号電圧を該表示パネルに出力する走査信号側駆動回路とを有し、該信号側駆動回路は、該カラー画像データの第1カラー画像データの階調レベルに応じて、階調レベルの第1の関数で表される第1表示信号電圧を出力し、前記カラー画像データの第2カラー画像データの階調レベルに応じて、階調レベルの第2の関数で表される第2表示信号電圧を出力し、このことにより、上記の目的が達成される。

【0011】前記表示パネルは複数の行および列を有するマトリクス状に配列された複数の第3カラー絵素をさらに有し、前記信号側駆動回路は、前記カラー画像データの第3カラー画像データの階調レベルに応じて、階調レベルの第3の関数で表される第3表示信号電圧をさらに出力し、前記第2カラー絵素は青絵素であり、前記第1および第3カラー絵素はそれぞれ赤絵素および緑絵素であり、前記第1、第2および第3の関数は、少なくとも二つの階調における白色表示の色温度がほぼ一定となるように、前記表示パネルの前記複数の第1、第2および第3カラー絵素の電圧-輝度特性に基づいてあらかじめ決定されてもよい。

【0012】前記カラー表示装置はノーマリホワイトモードの液晶表示装置であって、中間階調レベルの前記第2表示信号電圧の絶対値は、それぞれ対応する中間階調レベルの前記第1および第3表示信号電圧の絶対値よりも大きくてもよい。

【0013】階調レベルの前記第1の関数で表される第1階調電圧を生成する第1階調電圧生成回路と、階調レベルの前記第2の関数で表される第2階調電圧を生成する第2階調電圧生成回路と、階調レベルの前記第3の関数で表される第3階調電圧を生成する第3階調電圧生成回路とを有し、前記信号側駆動回路は、前記カラー画像データの前記第1カラー画像データの階調レベルに応じて、該第1階調電圧生成回路で生成された該第1階調電圧を選択することによって前記第1表示信号電圧を出力し、前記カラー画像データの前記第2カラー画像データの階調レベルに応じて、該第2階調電圧生成回路で生成された該第2階調電圧を選択することによって前記第2表示信号電圧を出力し、前記カラー画像データの前記第3カラー画像データの階調レベルに応じて、該第3階調電圧生成回路で生成された該第3階調電圧を選択することによって前記第3表示信号を出力してもよい。

【0014】前記第2階調電圧の最小値は、前記第1および第3階調電圧の最小値よりも小さくてもよい。

【0015】前記第2階調電圧の最小値は、前記第1および第3階調電圧の最小値よりも大きくてもよい。

【0016】前記1、第2および第3階調電圧生成回路は、白色色温度の設定に応じて、それぞれ複数の階調電圧生成回路のなかから選択されてもよい。

【0017】階調レベルの前記第1の関数で表される第1階調電圧を生成する第1階調電圧生成回路と、入力された第1カラー画像データの階調レベルを変換し第1補正階調レベルを出力する第1ルックアップテーブルと、入力された第2カラー画像データの階調レベルを変換し第2補正階調レベルを出力する第2ルックアップテーブルと、入力された第3カラー画像データの階調レベルを変換し第3補正階調レベルを出力する第3ルックアップテーブルとを有し、前記信号側駆動回路は、前記カラー画像データの前記第1カラー画像データの階調レベルが変換された第1補正階調レベルに応じて、該第1階調電圧生成回路で生成された該第1階調電圧を選択することによって前記第1表示信号電圧を出力し、前記カラー画像データの前記第2カラー画像データの階調レベルが変換された第2補正階調レベルに応じて該第1階調電圧生成回路で生成された該第1階調電圧を選択することによって前記第2表示信号電圧を出力し、前記カラー画像データの前記第3カラー画像データの階調レベルが変換された第3補正階調レベルに応じて該第1階調電圧生成回路で生成された該第1階調電圧を選択することによって前記第3表示信号電圧を出力してもよい。

【0018】前記第2補正階調レベルの最大値は、前記第1および第3補正階調レベルの最大値よりも小さくてもよい。

【0019】前記第2補正階調レベルの最小値は、前記第1および第3補正階調レベルの最大値よりも大きくてもよい。

【0020】前記第1、第2および第3ルックアップテーブルは、白色色温度の設定に応じて、それぞれ複数のルックアップテーブルのなかから選択されてもよい。

【0021】以下、作用を説明する。

【0022】本発明のカラー表示装置において、信号側駆動回路は、カラー画像データの第1カラー画像データの階調レベルに応じて、階調レベルの第1の関数で表される第1表示信号電圧を出力し、カラー画像データの第2カラー画像データの階調レベルに応じて、階調レベルの第2の関数で表される第2表示信号電圧を出力するので、第1カラー絵素と第2カラー絵素のそれぞれに対して互いに独立に最適なガンマ特性を得ることができる。従って、階調によって表示色の色温度が変化する現象を防止し、色再現特性の向上したカラー表示装置を得ることができる。

【0023】表示パネルが第3カラー絵素をさらに有し、信号側駆動回路が、カラー画像データの第3カラー画像データの階調レベルに応じて、階調レベルの第3の

関数で表される第3表示信号電圧をさらに出力し、第2カラー絵素は青絵素であり、第1および第3カラー絵素はそれぞれ赤絵素および緑絵素であり、第1、第2および第3の関数は、少なくとも二つの階調における白色表示の色温度がほぼ一定となるように、表示パネルの複数の第1、第2および第3カラー絵素の電圧-輝度特性に基づいてあらかじめ決定されていれば、色再現特性の優れたフルカラー表示可能なカラー表示装置を得ることができる。

【0024】カラー表示装置はノーマリホワイトモードの液晶表示装置であって、中間階調レベルの第2表示信号電圧の絶対値が、それぞれ対応する中間階調レベルの第1および第3表示信号電圧の絶対値よりも大きければ、白表示の色温度の青色移動を軽減し、色表示の忠実度が向上した液晶表示パネルを得ることができる。

【0025】階調レベルの前記第1の関数で表される第1階調電圧を生成する第1階調電圧生成回路と、階調レベルの前記第2の関数で表される第2階調電圧を生成する第2階調電圧生成回路と、階調レベルの前記第3の関数で表される第3階調電圧を生成する第3階調電圧生成回路とを有し、信号側駆動回路が、第1カラー画像データの階調レベルに応じて、第1階調電圧を選択することによって第1表示信号電圧を出力し、第2カラー画像データの階調レベルに応じて、第2階調電圧を選択することによって第2表示信号電圧を出力し、第3カラー画像データの階調レベルに応じて、第3階調電圧を選択することによって第3表示信号を出力すれば、より確実に、階調によって表示色の色温度が変化する現象を防止し、色再現特性の向上したカラー表示装置を得ることができる。

【0026】第2階調電圧の最小値が、第1および第3階調電圧の最小値よりも小さければ、白表示の色温度を高くすることができる。

【0027】第2階調電圧の最小値が、第1および第3階調電圧の最小値よりも大きければ、白表示の色温度を低くすることができる。

【0028】第1、第2および第3階調電圧生成回路が、白色色温度の設定に応じて、それぞれ複数の階調電圧生成回路のなかから選択されれば、液晶パネルの色温度設定やガンマ特性を変更でき、シーンや使用者の好みに応じて液晶装置のカラー表示特性の切り替えが自由に行うことができる。

【0029】階調レベルの第1の関数で表される第1階調電圧を生成する第1階調電圧生成回路と、入力された第1カラー画像データの階調レベルを変換し第1補正階調レベルを出力する第1ルックアップテーブルと、入力された第2カラー画像データの階調レベルを変換し第2補正階調レベルを出力する第2ルックアップテーブルと、入力された第3カラー画像データの階調レベルを変換し第3補正階調レベルを出力する第3ルックアップテ

ープルとを有し、信号側駆動回路が、第1カラー画像データの階調レベルが変換された第1補正階調レベルに応じて、第1階調電圧を選択することによって第1表示信号電圧を出力し、第2カラー画像データの階調レベルが変換された第2補正階調レベルに応じて第1階調電圧を選択することによって第2表示信号電圧を出力し、第3カラー画像データの階調レベルが変換された第3補正階調レベルに応じて第1階調電圧を選択することによって第3表示信号電圧を出力すれば、より確実に、階調によって表示色の色温度が変化する現象を防止し、色再現特性の向上したカラー表示装置を得ることができる。

【0030】第2補正階調レベルの最大値が、第1および第3補正階調レベルの最大値よりも小さければ、白表示の色温度を低くすることができる。

【0031】第2補正階調レベルの最小値が、第1および第3補正階調レベルの最大値よりも大きければ、白表示の色温度を高くすることができる。

【0032】第1、第2および第3ロックアップテーブルが、白色色温度の設定に応じて、それぞれ複数のロックアップテーブルのなかから選択されれば、液晶パネルの色温度設定やガンマ特性を変更でき、シーンや使用者の好みに応じて液晶装置のカラー表示特性の切り替えが自由にできる。

【0033】

【発明の実施の形態】本願発明者は、階調によって表示色範囲およびまたは白表示の色温度が変化する問題を解決するために、カラー液晶表示装置の電圧-輝度曲線

(V-T曲線)およびガンマ特性を詳しく検討し、その結果、本願発明に至った。以下に、本願発明者が見出した従来のカラー液晶表示装置が色再現性に劣る原因について説明する。なお、V-T曲線は、表示パネル(絵素)の階調表示特性を示す曲線であり、絵素に印加される電圧V(表示信号電圧)と輝度Y(透過率T)との関係を示す。V-T曲線は、例えば、関数Hを用いて $Y=H(V)$ と表すことができる。ガンマ曲線は、液晶表示装置の階調表示特性を示す曲線で、液晶表示装置に入力される表示データの階調Xと輝度Yとの関係を示す。ガンマ曲線は、例えば、関数Fを用いて $Y=F(X)$ と表すことができる。

【0034】以下では、NWモードの透過型カラー液晶表示装置を例に説明するが、他のモードの液晶表示装置や液晶材料以外の電気光学特性を有する材料を用いたカラー表示装置についても同様の原因によって、階調によって色再現性が低下する問題が生じる。

【0035】従来のNWモードの透過型液晶表示装置の典型的なV-T特性を図2に示す。図2に示されるように、従来のNWモードの透過型液晶表示装置のV-T特性($Y=H(V)$)は線形関係を有していない。また、V-T特性は、R、G、Bの各色について異なっている。すなわち、それぞれの色を下付きr、g、bで示す

と、それぞれの色のV-T曲線は、 $Y_r=H_r(V)$ 、 $Y_g=H_g(V)$ 、 $Y_b=H_b(V)$ で表されることになる。

【0036】この非線形なV-T特性を有する液晶パネルを用いて線形のガンマ曲線を有する液晶表示装置を得るためには、入力される表示データの階調レベルに対して非線形な関係を有する(いわゆるガンマ補正された)階調電圧を用いる必要があった(例えば、日立ICマニュアル(HD66326T))。階調レベル(デジタル値)と階調電圧との関係は、用いる液晶パネルのV-T特性に応じて、設計段階で決定される。階調レベル{GL}と階調電圧{VG}との関係を関数Gを用いて $VG=G(GL)$ で表すとすると、従来は、設計段階で関数Gを決定していたことを意味する。具体的には、例えば、64階調(6ビット)に対して、図3に示したような階調電圧が用いられていた。

【0037】ここで、図4Cを参照しながら、従来のカラー液晶表示装置の構成を説明する。液晶表示装置は、赤(r)、緑(g)および青(b)のカラー絵素がマトリクス状に配列された表示パネルと、入力されたカラー画像データの階調レベルに対応した表示信号電圧を表示パネルのカラー絵素に出力する信号側駆動回路(液晶ドライバ)と、複数のカラー絵素のうち表示信号電圧が印加されるカラー絵素を順次選択する走査信号電圧を表示パネルに出力する走査信号側駆動回路とを有している。信号側駆動回路は、階調電圧生成回路で生成される階調電圧{VG}の内から、受け取ったカラー画像データの階調レベル(入力デジタル信号値)に対応する階調電圧VGを選択し、表示パネルに表示信号電圧として出力する。走査側駆動回路や信号側駆動回路は、外部から供給されるコントロール信号(クロック信号など)によってタイミング制御される。階調電圧生成回路は、例えば、基準電圧を63個の抵抗(R0、R1...R61、R62)を用いて抵抗分割することによって、64個の階調レベル{GL; 0、1、...64}に対応する階調電圧{VG; V0、V1、V2...V61、V62、V63}を生成する。各抵抗の大きさを決めることによって、所定の関係($VG=G(GL)$)を有する階調電圧{VG}が生成される。

【0038】しかしながら、この階調電圧{VG}は、R、G、B全てに対して画一的に用いられていたため、図2に示したV-T特性($Y_r=H_r(V)$ 、 $Y_g=H_g(V)$ 、 $Y_b=H_b(V)$)を有する表示パネルに、図3に示した曲線で規定される階調電圧($VG=G(GL)$)を印加すると、得られるガンマ特性は、 $Y_r=H_r \cdot G(GL)$ 、 $Y_g=H_g \cdot G(GL)$ 、 $Y_b=H_b \cdot G(GL)$ で表されることになり、例えば図4Aおよび図4Bに示したように、それぞれの色で異なる。図4Aおよび図4Bにおける縦軸は、透過率の最大値をそれぞれの色について規格化して、光出力として表している。図4Aは入力デジタル信号値が64階調(6ビット)、図

4Bは256階調(8ビット)の場合を示す。

【0039】図4Aおよび図4Bから分かるように、同じ階調デジタル値に対して、Bの光出力がRおよびGよりも強い。従って、このような従来のカラー液晶装置においては、表示色が青に偏る。また、R、G、Bの相対値が入力デジタル信号値によって異なるので、表示色範囲および白表示色の色温度が階調によって変化する。

【0040】上述したように、従来のカラー液晶表示装置の色再現性が低かった主な理由は、液晶パネルのV-T曲線が色(カラー絵素)によって異なること、すなわち、R、G、Bのそれぞれのカラー絵素のV-T曲線が互いに異なる関数、 H_r 、 H_g および H_b を用いて $Y_r = H_r(V)$ 、 $Y_g = H_g(V)$ 、 $Y_b = H_b(V)$ と表されるにも拘わらず、いずれのカラー絵素に対しても共通の階調電圧{VG}を用いていたことによる。また、表示色の階調依存性もこのカラー絵素毎にV-T曲線が異なることに起因している。

【0041】そこで、色再現性を向上するために、本発明によるカラー液晶表示装置は、例えば、青画像データのある階調レベルに応じて表示パネルに出力する青表示信号電圧の電圧値と、同じ階調レベルの赤画像データに応じて表示パネルに出力する赤表示信号電圧の電圧値とを異ならせる構成を有している。例えば、画像データがR、G、Bのそれぞれに対して同じ階調データXを有していた場合、従来は階調Xに対応するある信号電圧VoがR、G、B絵素のそれぞれに印加されていた。上述の従来の構成においては、入力された階調XをGLとして、GLの関数Gで表される階調電圧{VG}の中から1つの階調電圧Voが選択される($V_r = V_g = V_b = G(X)$)。これに対し本発明によると、画像データがR、G、Bのそれぞれに対して同じ階調データXを有していた場合においても、R、G、B絵素のそれぞれに印加される信号電圧は互いに異なる電圧値とすることができる。すなわち、入力されたカラー画像データが有する階調データXとそれぞれのカラー絵素に印加される信号電圧Vr、Vg、Vbとの関係が互いに異なり得るのである($V_r = G_r(X)$ 、 $V_g = G_g(X)$ 、 $V_b = G_b(X)$)。実際少なくとも1つ、典型的にはB絵素についての上記の関係はRおよびG絵素についての上記の関係と異なる。

【0042】R、G、Bそれぞれのカラー絵素に印加される信号電圧Vr、Vg、Vbと階調データXとの関係をそれぞれ独立にするためには、例えば2つの方法が考えられる。

【0043】まず、図5に示したように、階調レベルGLの関数Grで表される{VG_r}を生成する第1階調電圧生成回路と、階調レベルGLの関数Gbで表される{VG_b}を生成する第2階調電圧生成回路と、階調レベルGLの関数Ggで表される{VG_g}を生成する第3階調電圧生成回路とを設け、R画像データの階調レベル

Xrに応じて{VG_r}から選択したR表示信号電圧を出力し、B画像データの階調レベルXbに応じて{VG_b}から選択したB表示信号電圧を出力し、G画像データの階調レベルに応じて{VG_g}から選択したG表示信号を出力するようにすればよい。

【0044】あるいは、図13に示したように、階調レベルGLの関数Gで表される階調電圧{VG}を生成する階調電圧生成回路と、R画像データの階調レベルを変換しR補正階調レベルを出力する第1ルックアップテーブルと、B画像データの階調レベルを変換しB補正階調レベルを出力する第2ルックアップテーブルと、G画像データの階調レベルを変換しG補正階調レベルを出力する第3ルックアップテーブルとを有し、R補正階調レベルに応じて{VG}から階調電圧を選択することによってR表示信号電圧を出力し、B補正階調レベルに応じて{VG}から階調電圧を選択することによってB表示信号電圧を出力し、G補正階調レベルに応じて{VG}から階調電圧を選択することによってG表示信号電圧を出力する構成としてもよい。すなわち、入力された階調データXを第1、第2、第3ルックアップテーブルによって、補正階調レベルh_r(X)、h_b(X)、h_g(X)にそれぞれ変換した後で、補正階調レベルh_r(X)、h_b(X)、h_g(X)に応じて、従来と同様に単一の階調電圧生成回路で生成された階調電圧{VG}から階調電圧を選択すればよい。第1、第2、第3ルックアップテーブルはそれぞれ関数h_r、h_bおよびh_gを規定する。関数を用いて表現すると、 $V_r = G \cdot h_r(X)$ 、 $V_g = G \cdot h_g(X)$ 、 $V_b = G \cdot h_b(X)$ となる。

【0045】以下、本発明の実施形態をより詳細に説明する。

【0046】(実施形態1)図5は本発明の実施形態1のノーマリホワイトモードのカラー液晶表示装置100の構成を示す。図5のカラー液晶表示装置100は、マトリクス状に配列された複数のR(第1カラー)絵素2、B(第2カラー)絵素4およびG(第3カラー)絵素6を有する表示パネル20と、パソコン等のカラー画像データを出力する画像表示用メモリ50と、信号側駆動回路18と、走査信号側駆動回路40と、階調電圧生成回路10とを有する。階調電圧生成回路10は、R用(第1)階調電圧生成回路12、B用(第2)階調電圧生成回路14およびG用(第3)階調電圧生成回路16を有する。R用階調電圧生成回路12は、階調レベルの第1の関数で表される第1階調電圧を生成する。同様に、B用階調電圧生成回路14は、階調レベルの第2の関数で表される第2階調電圧を生成し、G用階調電圧生成回路16は、階調レベルの第3の関数で表される第3階調電圧を生成する。

【0047】画像表示用メモリ50は、R画像データ52、B画像データ54およびG画像データ56を含むカラー画像データを出力する。画像表示用メモリ50から

出力された、これらのR画像データ52、B画像54データおよびG緑画像データ56は、信号側駆動回路18に入力される。信号側駆動回路18において、R画像データ52の階調レベル X_r に応じてR用階調電圧生成回路12で生成されたR用階調電圧を選択することによってR用表示信号電圧が出力される。また、B画像データ54の階調レベル X_b に応じてB用階調電圧生成回路14で生成されたB用階調電圧を選択することによってB用表示信号電圧が出力される。さらに、G画像データ56の階調レベル X_g に応じてG用階調電圧生成回路16で生成されたG用階調電圧を選択することによってG用表示信号電圧が出力される。

【0048】走査信号側駆動回路40は、複数のカラー絵素2、4および6のうち、表示信号電圧が印加されるカラー絵素を順次選択する走査信号を表示パネル20に出力する。信号側駆動回路18から出力されたR、BおよびG用表示信号電圧のそれぞれは、液晶パネル20のR、BおよびG絵素2、4および6に印加され、カラー表示が行われる。

【0049】上述のように、従来のカラー液晶装置では表示信号電圧は異なる色のカラー絵素に対して、1種類しか供給されていなかったが、本発明では複数種類の表示信号電圧(R用、B用およびG用表示信号電圧)を供給することによって、表示色変化を抑制する。

【0050】以下、各カラー絵素に印加される表示信号電圧の具体的な例を説明する。

【0051】図6は例えば色温度を7700Kに設定する場合における(追加しています。)R、BおよびG3種の表示信号電圧を示したもので、中間輝度領域(例えば、6ビット画像で入力デジタル値が20~50程度の領域)において、B画像に対するB表示信号電圧が、RおよびG画像に対するRおよびG表示信号電圧よりも高い値になるように設定している。このことにより、上述の図2に示した液晶の印加電圧-透過率特性において、Bの曲線がRおよびGの曲線を越えている(B透過率がRおよびGよりも高い)のを補正できる。図7に、図6に示されるように表示信号電圧を決定した場合のR、GおよびB三原色に対するガンマ特性を示す。図7より、R、GおよびBの3色に対するガンマ曲線をほぼ一致させることができたことが分かる。

【0052】また、カラー液晶パネルの無彩色色温度を一定に保つために、B画像に対するガンマ曲線をRおよびGよりも低くすることも可能である。なお、ガンマ曲線をどのように設計するかは、液晶パネルの物理的特性を勘案することによって決定される。図8はB画像に対するガンマ値を高くするとともに、無彩色色温度を一定にしたときの表示信号電圧を示したものであり、図9はそのときのガンマ特性を示す。

【0053】透過型カラー液晶装置の白色色温度は、バックライトおよび液晶素子のRGBカラーフィルタの分

光特性により決定されるが、階調電圧特性を変えることにより液晶装置の色温度を変えることが可能である。

【0054】図10は白表示の色温度を高くする(例えば色温度10000K)場合における、入力デジタル信号(6ビット)に対して出力される階調電圧を示す図である。B、R、G入力デジタル信号の最大値(図10の場合64)に対応する最小階調電圧値を、それぞれ、 V_{Bmin} 、 V_{Rmin} 、 V_{Gmin} とする。本実施例のようなノーマリホワイトモードの液晶表示装置において、 V_{Bmin} 、 V_{Rmin} および V_{Gmin} を各カラー絵素に印加した場合に白レベル表示ができる。

【0055】図10に示されるように、 $V_{Bmin} < V_{Rmin}$ かつ $V_{Bmin} < V_{Gmin}$ となるように階調電圧の最小値を決定する。即ち、Bの最大透過率をRおよびGの最大透過率よりも高くすることにより、白表示の色温度を高くする。

【0056】図11は白表示の色温度を低くする(例えば色温度5500K)場合における、入力デジタル信号(6ビット)に対して出力される階調電圧を示す図である。図11に示されるように、 $V_{Bmin} > V_{Rmin}$ かつ $V_{Bmin} > V_{Gmin}$ となるように階調電圧の最小値を決定する。即ち、Bの最大透過率をRおよびGの最大透過率よりも低くすることにより、白表示の色温度を低くする。

【0057】表示パネル20の色温度は、階調電圧を変えることによって自由に設定することができる。各色の階調電圧生成回路は白色温度の設定に応じて、複数の階調電圧生成回路のなかから選択されてもよい。図12に示すように、複数の階調電圧生成回路12Aおよび12Bのなかから例えばR用階調電圧生成回路12Aが選択される。同様に、複数の階調電圧生成回路14Aおよび14Bのなかから例えばB用階調電圧生成回路14Aが選択され、複数の階調電圧生成回路16Aおよび16Bのなかから例えばG用階調電圧生成回路16Aが選択される。このことにより、液晶パネル20の色温度設定やガンマ特性を変更できるので、シーンや使用者の好みに応じて液晶表示装置のカラー表示特性の切り替えが自由にできる。

【0058】本実施形態においては、R、GおよびBにそれぞれ異なる表示信号電圧を与える例について説明している。しかし、入力デジタル信号に対して出力される表示信号電圧は、RおよびGにおいてほぼ同じ曲線で示されているので、例えば、Bに対して与える電圧とは異なる共通の表示信号電圧を、RおよびGに対して与えてもよい。このように、異なる2種類の表示信号電圧を対応する色の絵素に与えても、本発明の目的を達成することができる。

【0059】また、本実施形態1の液晶表示装置は、ノーマリホワイトモードのカラー液晶表示装置であるとしたが、本発明はノーマリブラックのカラー液晶表示装置

10

20

30

40

50

に対しても同様に適用可能である。

【0060】なお、実用上、TFTカラー液晶装置において、液晶の劣化を防止するために本発明のように決定された階調電圧に基づくドット反転駆動が行われる。

【0061】（実施形態2）図13は本発明の実施形態2のカラー液晶表示装置300の構成を示す。図13のカラー液晶表示装置300は、マトリクス状に配列された複数のR絵素2、B絵素4およびG絵素6を有する表示パネル20と、パソコン等のカラー画像データを出力する画像表示用メモリ50と、信号側駆動回路18と、走査信号側駆動回路40と、階調電圧生成回路250と、ルックアップテーブル210とを有する。

【0062】ルックアップテーブル210は、R用（第1）ルックアップテーブル222、B用（第2）ルックアップテーブル224およびG用（第3）ルックアップテーブル226を有する。R用ルックアップテーブル222は、入力されたR画像データの階調レベルを変換し、第1補正階調レベルを出力する。同様に、B用ルックアップテーブルは、入力されたB画像データの階調レベルを変換し、B（第2）補正階調レベルを出力し、G用ルックアップテーブルは、入力されたG画像データの階調レベルを変換し、G（第3）補正階調レベルを出力する。

【0063】信号側駆動回路18は、カラー画像データに含まれるR画像データの階調レベルが変換されたR（第1）補正階調レベルに応じて、階調電圧生成回路250で生成された階調電圧を選択することによってR用表示信号電圧を出力する。さらに同様に、カラー画像データに含まれるB画像データの階調レベルが変換されたB（第2）補正階調レベルに応じて階調電圧生成回路250で生成され階調電圧を選択することによってB用表示信号電圧を出力し、G画像データの階調レベルが変換されたG（第3）補正階調レベルに応じて階調電圧生成回路250で生成された階調電圧を選択することによってG用表示信号電圧を出力する。

【0064】このように信号側駆動回路18から出力されたR、BおよびG用表示信号電圧が、それぞれ液晶パネル20のR、BおよびG絵素2、4および6に印加され、カラー表示が行われる。上述のように、本実施形態2においても、複数種類の表示信号電圧（R用、B用およびG用表示信号電圧）を供給することによって、表示色変化を抑制する。

【0065】下記に、ルックアップテーブル222、224および226について、具体的に説明する。

【0066】図14は、例えば、色温度を7700Kに設定する場合における、R、BおよびG用ルックアップテーブル222、224および226による変換テーブルの一例を示す。R用、B用およびG用ルックアップテーブル222、224および226に対する入力デジタル信号値を横軸に、出力デジタル信号値を縦軸に示して

いる。なお、図14は、入力デジタル信号値を8ビットとしている。

【0067】図14に示すように、色温度を7700Kに設定する場合には中輝度領域（例えば8ビット画像で入力デジタル値が48～208程度の領域）において、B用ルックアップテーブル224において、Bカラー画像データの階調レベルを変換することによって出力されるB補正階調レベルが、RおよびGよりも低くなるようにする。このことにより、上述の図4に示したようなBのデジタル信号出力値がRおよびGのデジタル信号出力値よりも大きいことによる表示色が青に偏る現象を抑制できる。

【0068】図14に示す変換を行うルックアップテーブル222、224および226を使用する場合に、白レベルから黒レベルへと入力デジタル信号を変化させたときの白表示色温度の変化を図15に示す。図15より、階調による白表示の色温度変化が7700K近辺に集中していることが分かる。従って、上述のようなR用、B用およびG用ルックアップテーブル222、224および226を使用することによって、忠実な色表示が可能となることは明らかである。

【0069】なお、階調レベルが低い場合（例えば、R=16、G=16、B=16）、7700K近辺に色温度を変換することができない。これは、階調レベルが低い場合、図1Aに示す色度図において、色三角内に白表示を表す点がなく、R、G、Bのバランスにより色温度を7700K付近に変換できないからである。階調レベルが低い場合は、色温度を変換できなくても実用上画像強度が低いので視覚的には問題にならない。

【0070】図16Aは、ルックアップテーブルの別の例を示したもので、白表示色温度の変化の補償と共に、ガンマの値を2.2とした例である。図16Aに示すように、R用、G用およびB用ルックアップテーブル222、224および226を使用することによって、B用表示信号電圧はRおよびG用表示信号電圧よりも低くなるように決定される。

【0071】図16Aのようにルックアップテーブルを設定した場合の白表示温度の変化を図16Bに示す。図16Bより、階調による白表示の色温度変化が、低輝度部分を除いて、7000K～8600Kの範囲に集まっていることが分かる。従って、図16Aに示されるR用、B用およびG用ルックアップテーブル222、224および226を使用することによって、忠実な色表示が可能となることは明らかである。

【0072】図17は、白表示の色温度設定を低くする（例えば、色温度約5500K）場合におけるR、BおよびG用ルックアップテーブル222、224および226による変換テーブルの一例を示す。

【0073】R、GおよびB入力デジタル信号値（8ビット）の最大入力値255に対して出力されるR、Bお

およびGの階調電圧の最大出力値を R_{max} 、 B_{max} および G_{max} とする。 R_{max} 、 B_{max} および G_{max} を各カラー絵素に印加した場合に白レベル表示ができる。図17に示されるように、 $B_{max} < R_{max}$ かつ $B_{max} < G_{max}$ とする。

【0074】図17に示すように、各ルックアップテーブル222、224および226によって規定される変換関数を用いて変換を行った場合における、白レベルから黒レベルへと入力デジタル信号を変化させたときの白表示色温度変化を図18に示す。図18より、階調による色温度変化は5500K近辺に集中していることが分かる。従って、図17に示されるR用、B用およびG用ルックアップテーブル222、224および226を使用することによって、忠実な色表示が可能となることは明らかである。

【0075】図19は、白表示色温度設定を高くする（例えば、色温度約10000K）場合におけるR、BおよびG用ルックアップテーブル222、224および226による変換テーブルの一例を示す。図19に示されるように、 $B_{max} > R_{max}$ かつ $B_{max} > G_{max}$ である。

【0076】図19に示すように、各ルックアップテーブル222、224および226によって規定される第1、第2および第3変換関数を用いて変換を行った場合における、白レベルから黒レベルへと入力デジタル信号を変化させたときの白表示色温度変化を図20に示す。図20より、階調による色温度変化は10000K近辺に集中していることが分かる。従って、図19に示されるR用、B用およびG用ルックアップテーブル222、224および226を使用することによって、忠実な色表示が可能となることは明らかである。

【0077】表示パネル20の色温度は、階調電圧を変えることによって自由に設定することができる。各色のルックアップテーブル白色色温度の設定に応じて、それぞれ複数のルックアップテーブルのなかから選択されてもよい。図21に示すように、複数のR用ルックアップテーブル222Aおよび222Bのなかから、例えばR用ルックアップテーブル222Aが選択され得る。同様に複数のB用ルックアップテーブル224Aおよび224Bのなかから、例えばB用ルックアップテーブル224Aが選択され、複数のG用ルックアップテーブル226Aおよび226Bのなかから、例えばG用ルックアップテーブル226Aが選択され得る。このことにより、液晶パネル20の色温度設定やガンマ特性を変更できるので、シーンや使用者の好みに応じて液晶装置のカラー表示特性の切り替えが自由に行える。

【0078】本実施形態2の液晶表示装置も、ノーマリホワイトモードのカラー液晶表示装置であるとしたが、本発明はノーマリブラックのカラー液晶表示装置に対しても同様に適用可能である。

【0079】本実施形態2によると、ルックアップテーブルを使用することにより、画像入力データをカラー表示装置の特性に合わせて変換し、色表示の忠実度を上げることができる。

【0080】本実施形態においては、RGBの3色について説明したが、本発明はこれに限られず、この他のカラー表示でもよく、さらに、2色表示でもよい。

【0081】

【発明の効果】上述のように、本発明によると、色表示特性に優れたカラー表示装置を提供することができる。また、カラー表示装置の色表示の忠実度を向上させると共に、色温度の設定や変更も容易となる。

【0082】本発明によるカラー表示装置は、パソコン用、ビデオ用の表示装置だけでなく、より忠実度の高い色再現が要求されるCG用表示装置、印刷用表示装置などに好適に用いられる。

【図面の簡単な説明】

【図1A】NWモードの透過型カラー液晶装置における、入力階調変化による表示色範囲を実験的に求めた結果をxy色度図上に示した図である。

【図1B】階調レベルを変化させたときの白表示色の色温度変化を示す図である。

【図2】従来のNWモードの透過型液晶表示装置の典型的なV-T特性を示す図である。

【図3】従来の、64階調に対して生成されていた階調電圧を示す図である。

【図4A】図2に示したV-T特性を有する液晶パネルに、図3に示した曲線で規定される階調電圧を印加して、得られるガンマ特性を示す図である。

【図4B】図2に示したV-T特性を有する液晶パネルに、図3に示した曲線で規定される階調電圧を印加して、得られるガンマ特性を示す図である。

【図4C】従来のカラー液晶表示装置の構成を説明する図である。

【図5】実施形態1のカラー表示装置の構成を示す図である。

【図6】実施形態1のRGB3種の表示信号電圧を示す図である。

【図7】図6に示される階調電圧を印加した場合のRGB三色に対するガンマ特性を示す図である。

【図8】実施形態1のRGB3種の表示信号電圧を示す図である。

【図9】図8に示される階調電圧を印加した場合のR、GおよびB三色に対するガンマ特性を示す図である。

【図10】実施形態1のRGB3種の階調電圧を示す図である。

【図11】実施形態1のRGB3種の階調電圧を示す図である。

【図12】複数の階調電圧生成回路からある階調電圧生成回路が選択される構成を示す図である。

【図13】実施形態2のカラー表示装置の構成を示す図である。

【図14】実施形態2のルックアップテーブルによる変換テーブルを示す図である。

【図15】図14のルックアップテーブルを使用し、入力デジタル信号を変化させた場合の白表示色温度変化を示す図である。

【図16A】実施形態2のルックアップテーブルによる変換テーブルを示す図である。

【図16B】図16Aのルックアップテーブルを使用し、入力デジタル信号を変化させた場合の白表示色温度変化を示す図である。

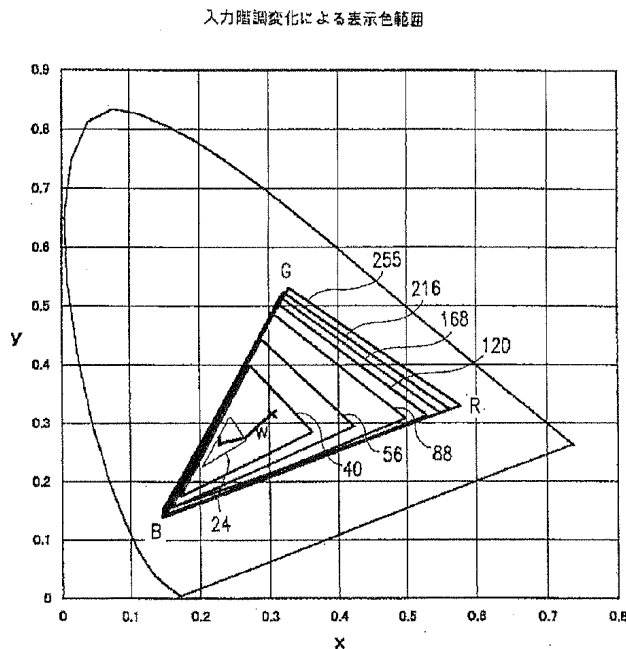
【図17】実施形態2のルックアップテーブルによる変換テーブルを示す図である。

【図18】図17のルックアップテーブルを使用し、入力デジタル信号を変化させた場合の白表示色温度変化を示す図である。

【図19】実施形態2のルックアップテーブルによる変換テーブルを示す図である。

【図20】図19のルックアップテーブルを使用し、入力デジタル信号を変化させた場合の白表示色温度変化を示す図である。

【図1A】

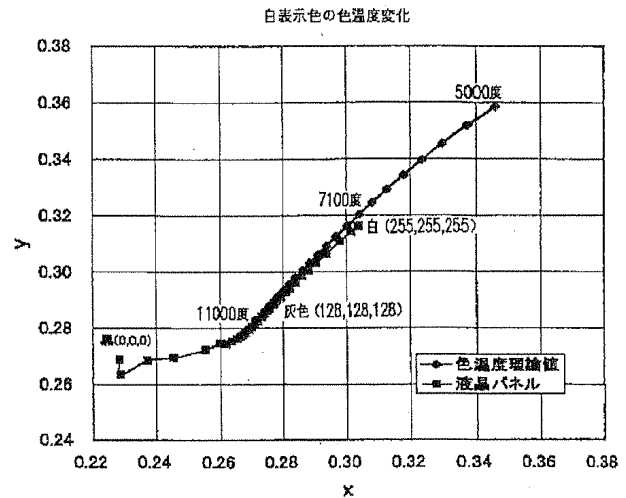


＊【図21】複数のルックアップテーブルからあるルックアップテーブルが選択される構成を示す図である。

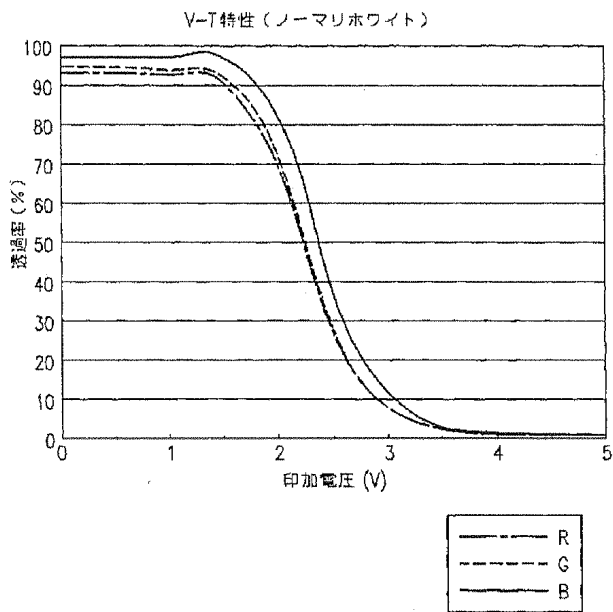
【符号の説明】

- 2 R絵素
- 4 B絵素
- 6 G絵素
- 10 階調電圧生成回路
- 12 R用階調電圧生成回路
- 14 B用階調電圧生成回路
- 16 G用階調電圧生成回路
- 20 表示パネル
- 40 走査信号側駆動回路
- 50 画像表示用メモリ
- 52 R画像データ
- 54 B画像データ
- 56 G画像データ
- 100 カラー液晶表示装置
- 300 カラー液晶表示装置
- 210 ルックアップテーブル、
- 222 R用ルックアップテーブル
- 224 B用ルックアップテーブル
- 226 G用ルックアップテーブル

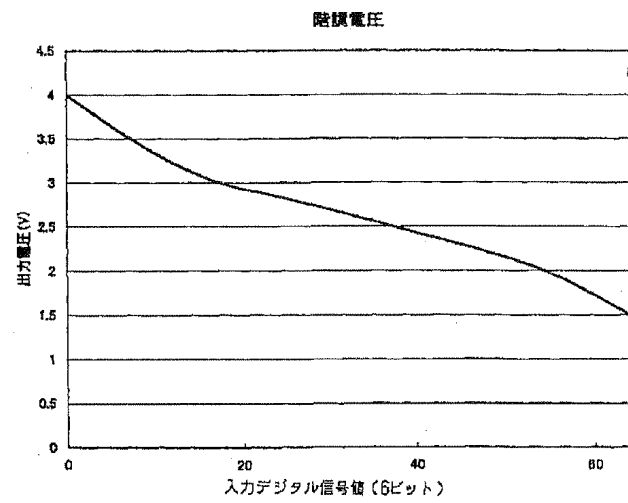
【図1B】



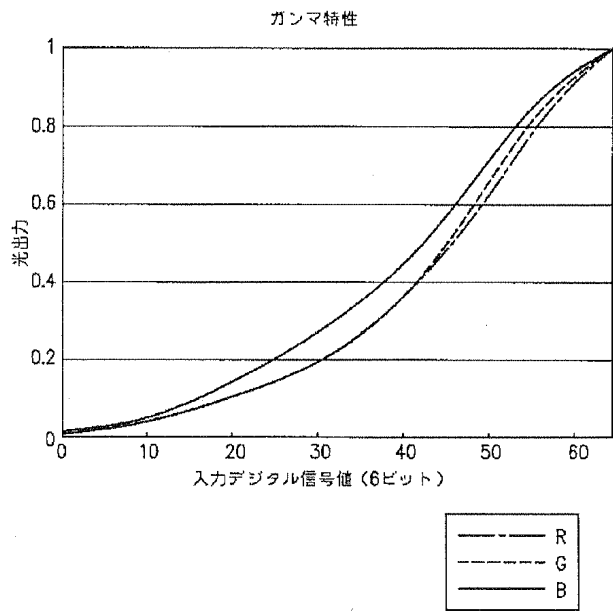
【図2】



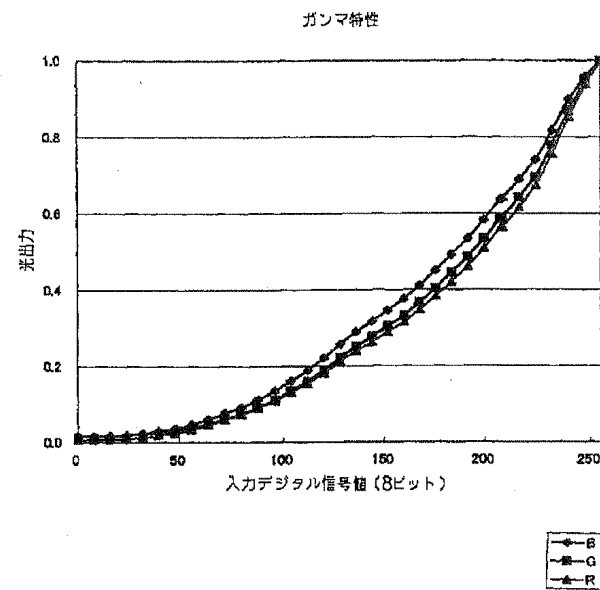
【図3】



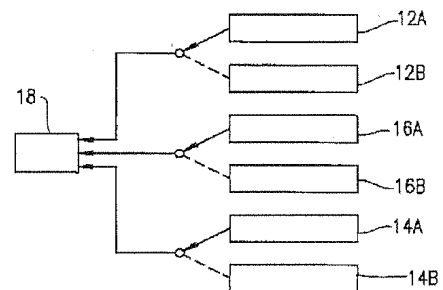
【図4A】



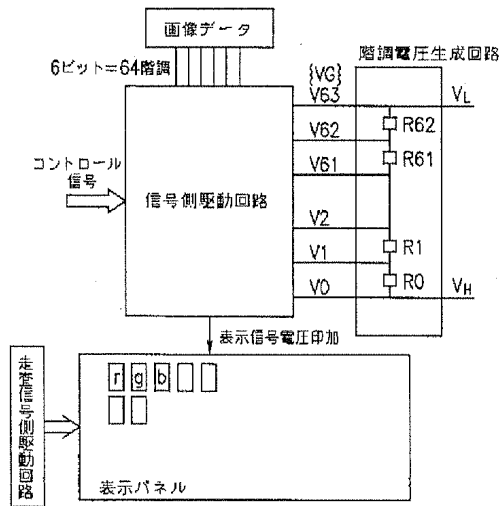
【図4B】



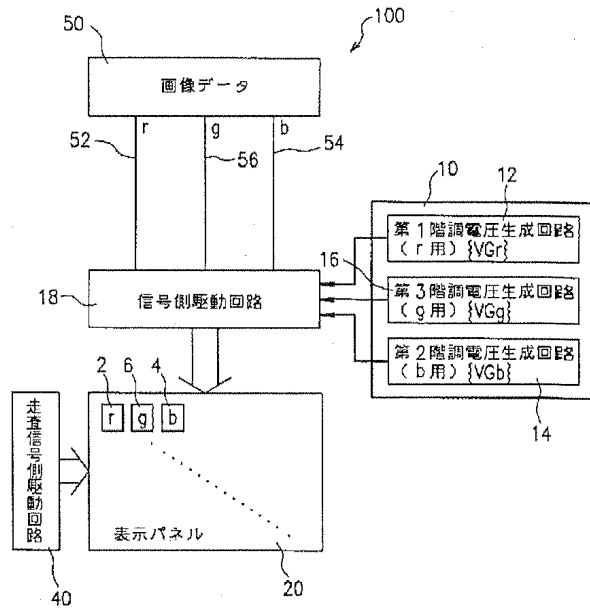
【図12】



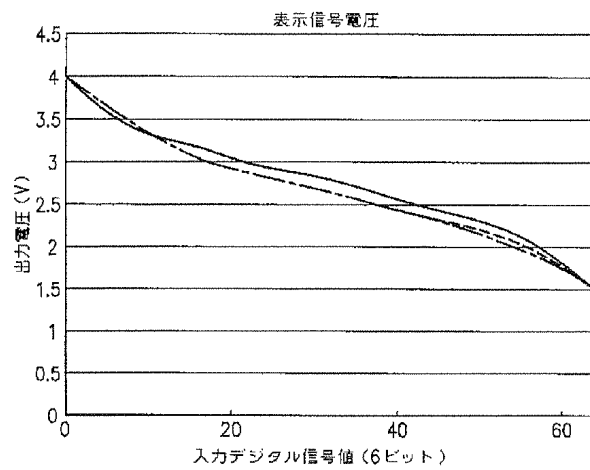
【図4C】



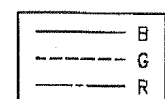
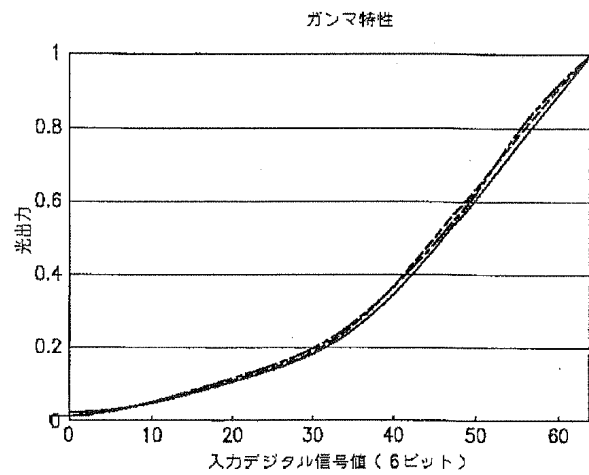
【図5】



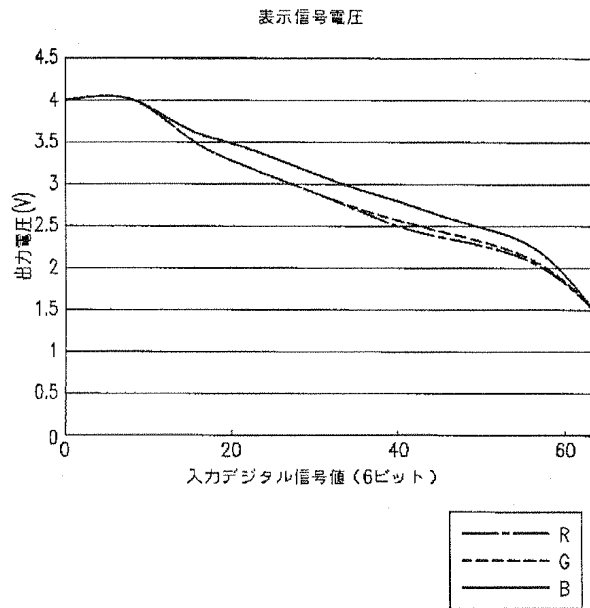
【図6】



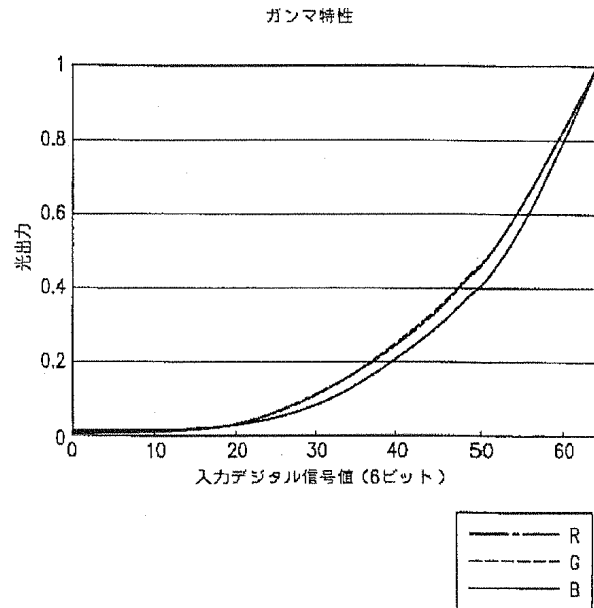
【図7】



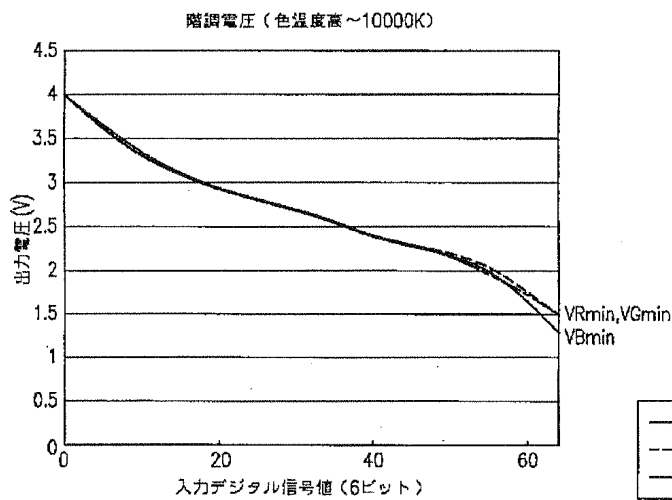
【図8】



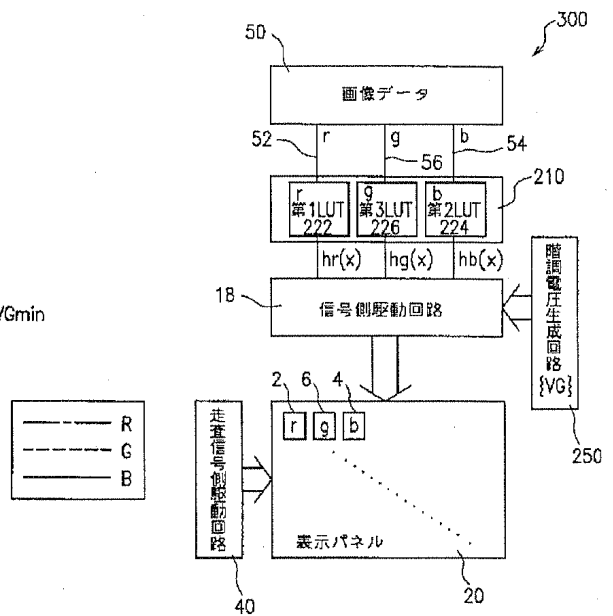
【図9】



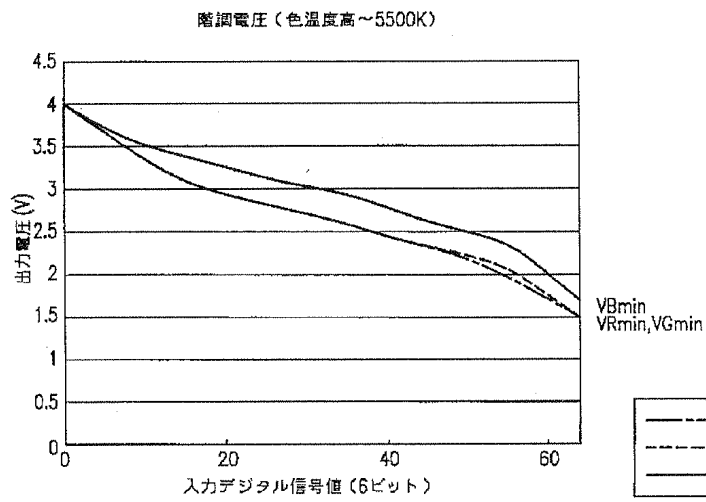
【図10】



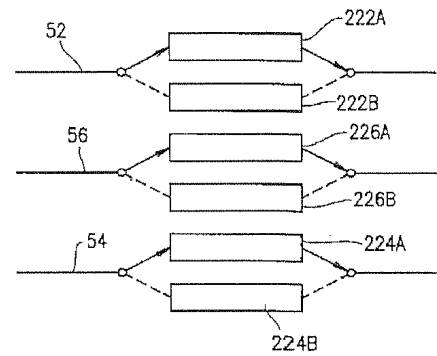
【図13】



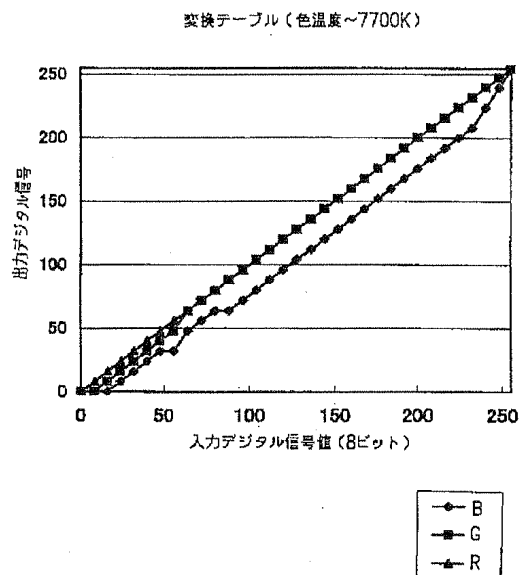
【図11】



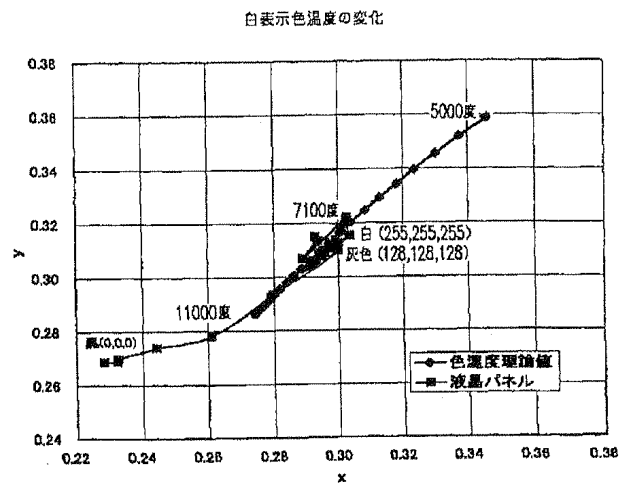
【図21】



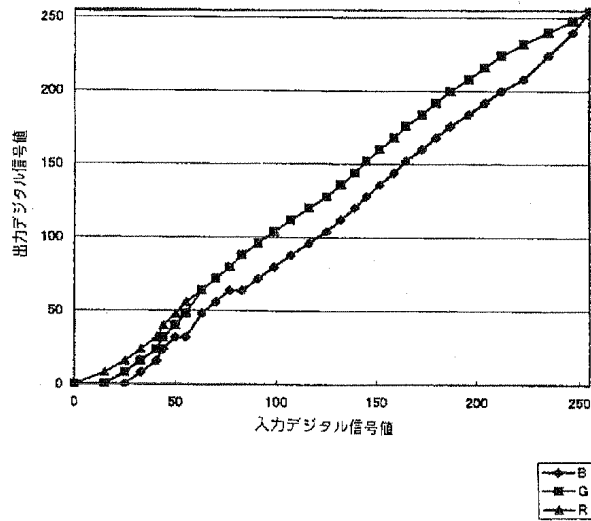
【図14】



【図15】

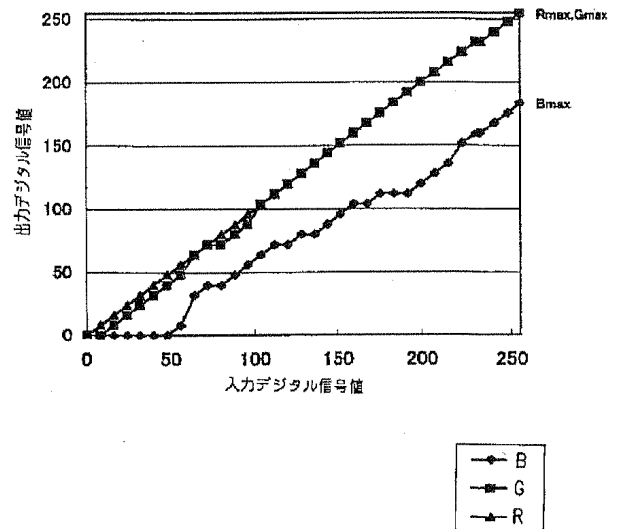


【図16A】

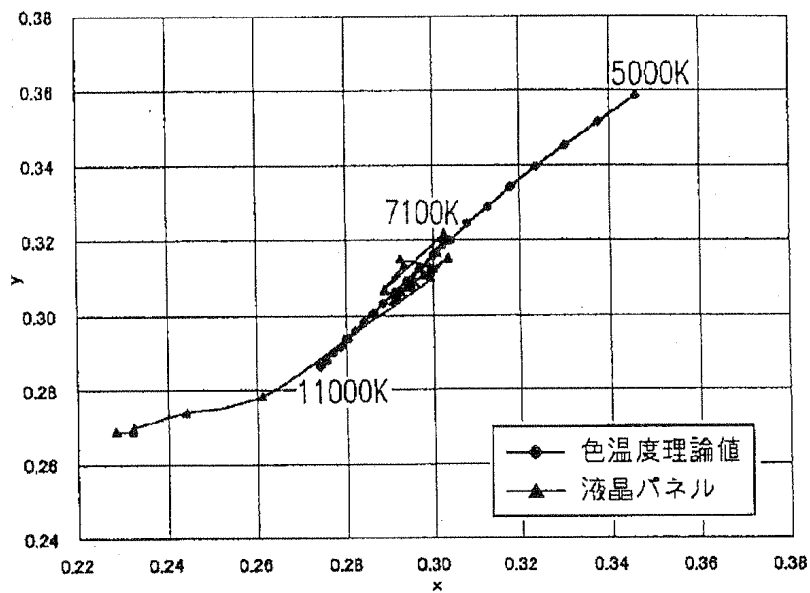
変換テーブル ($\gamma = 2.2$)

【図17】

変換テーブル (色温度~5500K)

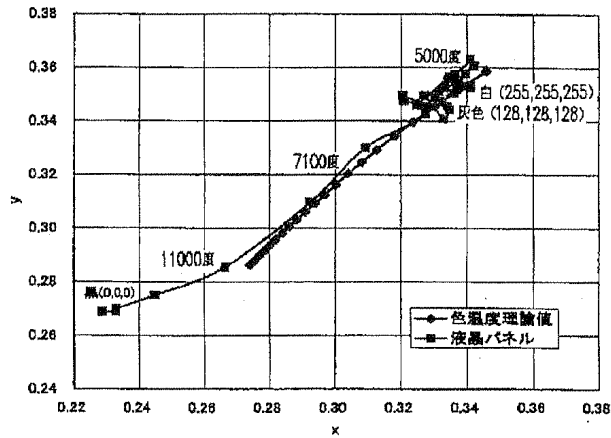


【図16B】

白表示色温度の変化 ($\gamma = 2.2$)

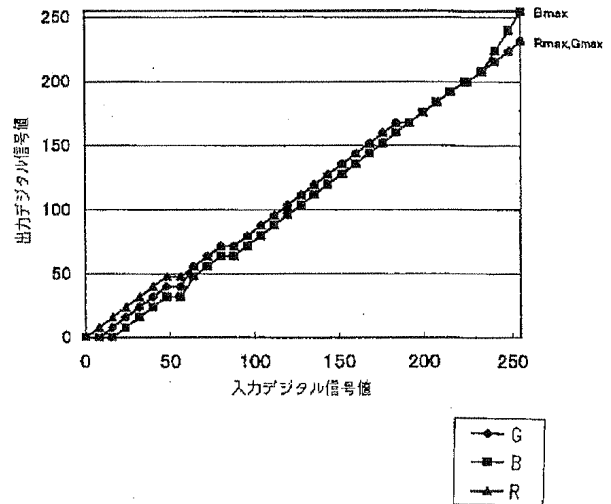
【図18】

白表示色温度の変化



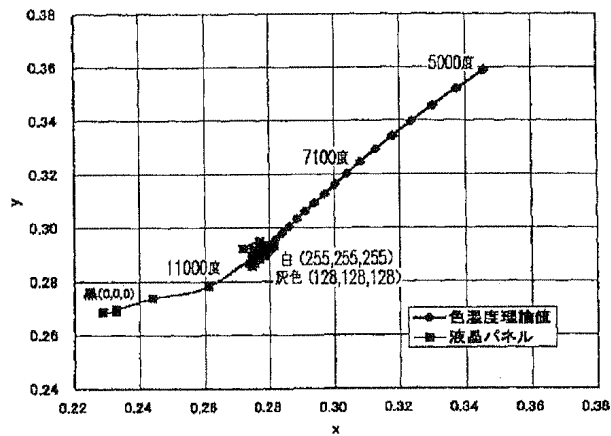
【図19】

変換テーブル(色温度~10000K)



【図20】

白表示色温度の変化



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

G 0 9 G 3/20

識別記号

6 4 1

6 4 2

6 5 0

H 0 4 N 9/30

F I

G 0 9 G 3/20

H 0 4 N 9/30

テーマコード(参考)

6 4 1 C

6 4 1 P

6 4 2 L

6 5 0 M

F ターム(参考) 2H093 NA53 NA58 NA64 NB30 NC04
NC13 NC14 NC28 NC49 NC58
ND06 ND17 ND24
5C006 AA16 AA22 AF46 AF51 AF52
AF83 AF85 BB11 BC12 BF24
BF43 FA22 FA25 FA56
5C060 BC01 DA10 DB01 DB05 HB26
JA18
5C080 AA10 BB05 CC03 DD05 EE29
EE30 FF03 GG12 JJ02 JJ03
JJ05 KK02 KK04 KK43